

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование механического привода компьютерного стола-трансформера

УДК 62-86:004

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Бревнов Александр Евгеньевич		05.06.2020

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Сикора Евгений Александрович	К.Т.Н		05.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н		05.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		05.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

Томск – 2020 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Вый про	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки (специальности)	
Р1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
Р2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
Р3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
Р4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность,

	приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том

	числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 2 (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств)	
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Ефременков Е.А.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Бревнов Александр Евгеньевич

Тема работы:

Проектирование механического привода компьютерного стола-трансформера	
Утверждена приказом директора ИШНПТ	Приказ №59-67/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка должна иметь грузоподъемность не менее 200 кг 2. Установка должна иметь скорость подъема не менее 3,5 см/с 3. Установка должна не менее 20000 циклов «Подъем-Опускание» 4. Потребляемая мощность должна быть не более 0,5 кВт.
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1..Литературный обзор; 2.Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса. 3. Создание модели конструкции; 4. Подбор комплектующих и материалов к изделию; 5. Разработка технологического процесса изготовления детали</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1.Сборочный чертеж общего вида устройства 2.Кинематическая схемы устройства</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Кашук Ирина Вадимовна, доцент, Отделение социально-гуманитарных наук</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина Мария Сергеевна, Ассистент, Отделение общетехнических дисциплин</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>16.12.19</p>
--	-----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сикора Е.А	К.Т.Н		16.12.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Бревнов Александр Евгеньевич		16.12.19

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 104 с., 21 рис., 19 табл., 10 источников, 2 прил.

Ключевые слова: стол-трансформер, компьютер, механический привод, проектирование, подъёмный механизм.

Объектом исследования является механический привод компьютерного стола-трансформера.

Цель работы: проектирование механического привода компьютерного стола-трансформера.

В ходе работы произведен обзор существующих аналогов, спроектирована модель стола-трансформера, разработан технологический процесс изготовления детали “Подставка”.

Результатом процесса разработки является модель конструкции стола-трансформера.

В CAD системе SolidWorks 2020.

Область применения: использование в учебные заведения.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	9
1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	28
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	68
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ А	103
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	104

ВВЕДЕНИЕ

В современное время компьютер стал неотъемлемой частью жизни человеческой. Для размещения компьютера нужен стол. Для удобства работы на компьютере, разработаны специальные компьютерные столы. Существует большое разнообразие таких столов. Но стол нужен не только для размещения компьютера, а еще и для других задач, решением может служить многофункциональный стол. Иначе его можно назвать стол-трансформер. Так же существует проблемы со здоровьем, вызванные долгим сидением за компьютером, одним из решений данной проблемы может быть работа за компьютером стоя. Стол-трансформер с регулируемыми ножками может решить эту проблему.

Тема данной работы является актуальной т. к. многие люди начинают работать какое-то время стоя за компьютером, какое-то сидя.

Проблема:

Отсутствие общедоступных рабочих мест для студентов, оборудованных компьютером, для самостоятельной работы между парами;

Нехватка рабочего места на столе, оборудованном компьютером, при дефиците пространства в комнате;

Возможность сокращения аудиторного фонда за счет более полного использования рабочего времени.

Противоречие:

Между общедоступностью и защищенность рабочих мест, оборудованных компьютером

Между работой стоя и работой сидя за одним тем же столом

Объект исследования: компьютерный стол

Предмет исследования: использование компьютерного стола для разных задач

Цель: создание конструкции стола-трансформера

Задачи:

1. Провести аналитический обзор столов;

2. Разработать кинематическую схему и электрическую схему устройства стола-трансформера;
3. Разработать конструкции с использованием спроектированного устройства;
4. Разработать технологический процесс изготовления детали;
5. Разработать раздел по социальной ответственности проекта;
6. Разработать раздел по экономической части проекта;

1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Аналитический обзор

Для проектирования механического привода компьютерного стола-трансформера сначала нужно изучить существующие аналоги и технические решения. Нужно выделить сильные и слабые стороны каждого рассмотренного решения и сделать вывод.

Умные столы “Tabula Sense”

Самый интересный из аналогов является изобретение предпринимателя Андрея Рогозина — это рабочий стол Tabula Sense с множеством встроенных функций. Он умеет заряжать телефон, соединяться с другими гаджетами через USB, проигрывать музыку и даже подогревать остывший кофе или чай (принцип работы тот же, что и у индукционных плит). Дополнительно стол может быть оснащен ножками с электроприводом и регулируемой высотой.



Рис. 1 Столы “Tabula Sense”

Плюсы:

- Эргономика
- Много дополнительных функций
- Регулируемая высота стола
- Большой ассортимент

Минусы:

- Нет защиты доступа
- Нет встроенного компьютера

Стол-компьютеры от “Hyperpc”

Устройство представляет собой стол, в столешницу которого встроен системный блок. Так же стол оснащен ножками с электроприводом и регулируемой высотой.



Рис. 2 Столы “Hyperpc”

Плюсы:

- Встроенный компьютер
- Регулируемая высота
- Эргономика

Минусы:

- Нет защиты доступа
- Нет дополнительных функций

Стол-трансформеры от “Ikea”

Самый бюджетный вариант из представленных. Столы данной фирмы имеют возможность изменять высоту столешницы, за счёт электродвигателя или ручной тяги. Конфигурация с ручной тягой является наиболее привлекательной, за счет не высокой цены. У более дорогой конфигурации с автоматическим подъёмом столешницы есть синхронизация со смартфоном, что является очень удобным.





Рис. 3 Столы “Ikea”

Плюсы:

- Небольшая цена
- Доступность на рынке
- Ассортимент

Минусы:

- Нет встроенного компьютера
- Нет дополнительных функций
- Нет защиты доступа

1.2 Техническое задание

Состав изделия:

Механизм регулирования высоты столешницы

- Ножки с механизмом изменения длины – 2 шт.
- Концевой датчик для ограничения верхнего/нижнего положения – 2 шт.
- Конструкция для крепления ножек к столешнице и приводу – 1 шт.
- Привод (мотор-редуктор) – 2 шт.
- Пульт-управления – 1 шт.
- Кнопка перемещения вверх – 1 шт.
- Кнопка перемещения вниз – 1 шт.
- Кнопка перемещения в крайнее нижнее положение – 1 шт.
- Кнопка запоминания текущего положения/ возврата в запомненное положение – 2 шт.
- Индикатор высоты текущего положения столешницы – 1 шт.

Конструкция столешницы с встроенным компьютером

- Столешница – 2 шт.
- Корпус – 1 шт.
- Линейный привод – 1 шт.
- Сканер отпечатков пальцев – 1 шт.
- Микроконтроллер – 1 шт.
- Электромеханический замок – 2 шт.
- Кнопка включения и выключения компьютера – 1 шт.
- Механизм плавного ручного поднятия столешницы – 2 шт.
- Монитор – 1 шт.
- Системный блок – 1 шт.
- Блок питания – 1 шт.
- Компьютерная клавиатура – 1 шт.
- Компьютерная мышь – 1 шт.

- Беспроводное зарядное устройство – 1 шт.

Назначение:

- Плавное регулирование высоты столешницы
- Плавное открывание верхней части столешницы

Функции:

- Кнопочное управление
- Доступ по отпечатку пальцев

Метрологические характеристики:

- Возможные высотные положения столешницы – от 69 до 120 см
- Грузоподъемность стола – не менее 200 кг
- Габаритные размеры столешницы – 600х1000 мм
- Скорость подъема – не менее 3,5 см/с (весь путь между крайними положениями за 14-15 сек)

1.3 Принцип работы

Кинематическая схема стола-трансформера

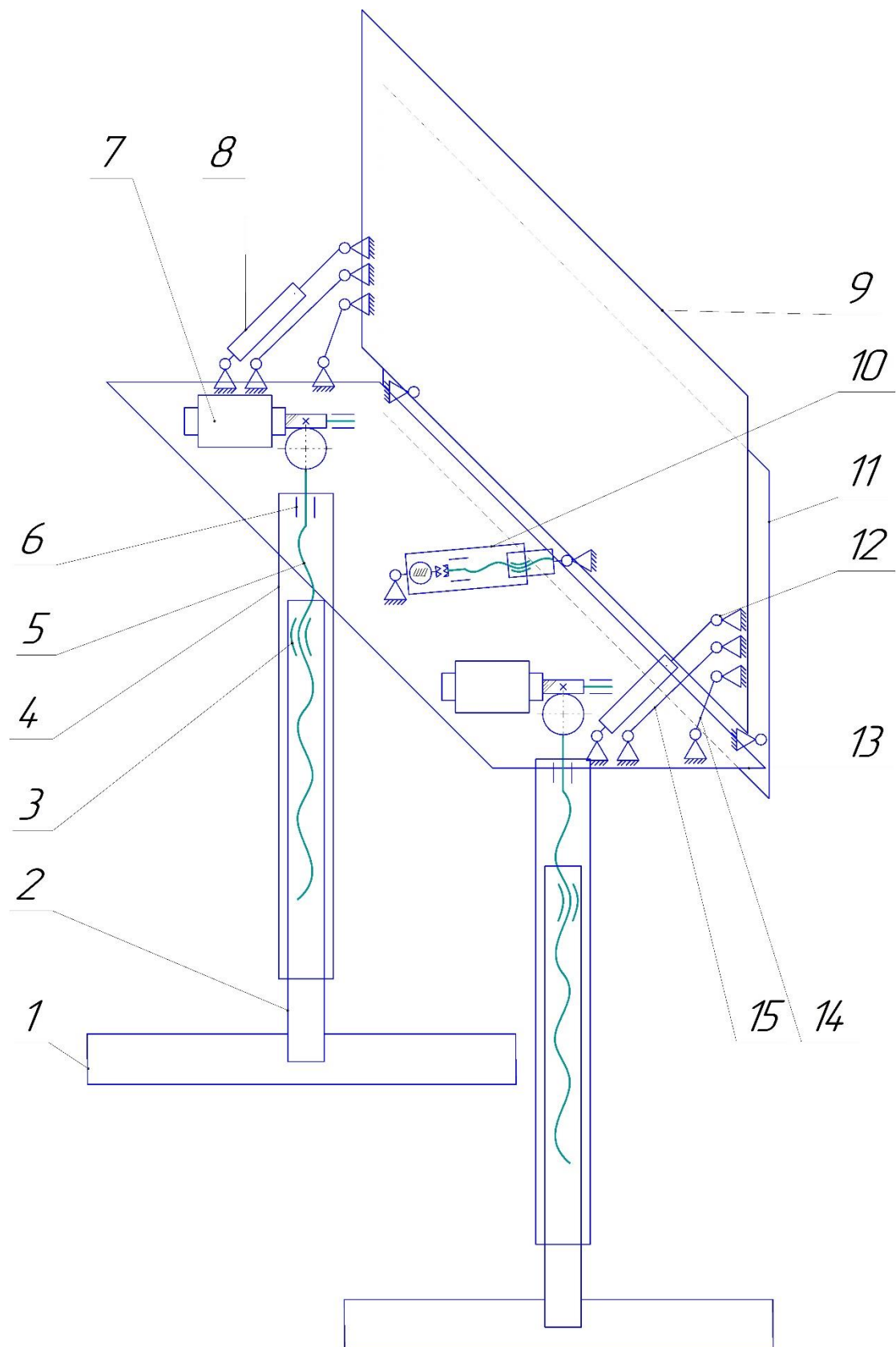


Рис. 1.1 Кинематическая схема стола-трансформера

- 1 – Нижние горизонтальные опоры
- 2 – Нижняя часть стойки
- 3 – Трапецевидная гайка
- 4 – Верхняя часть стойки
- 5 – Трапецевидный винт
- 6 – Подшипник
- 7 – Мотор-редукторы
- 8 – Газлифт
- 9 – Нижняя часть столешницы
- 10 – Линейный привод
- 11 – Верхняя часть столешницы
- 12 – Шарнир
- 13 – Корпус
- 14,15 – Звенья-коромысла

Интерфейс пульта-управления

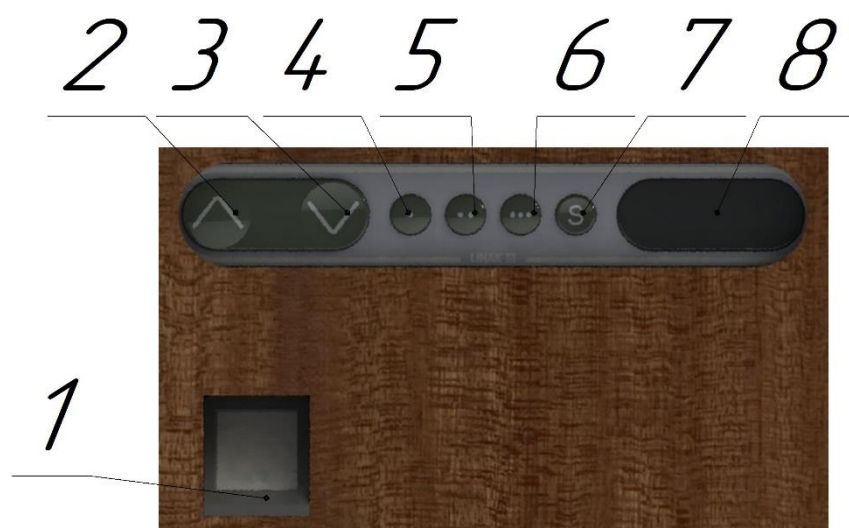


Рис.1.2 Пульт-управления столом-трансформером

- 1 – Сканер отпечатков пальцев, открывание закрывание верхней части столешницы
- 2 – Кнопка подымания столешницы вверх
- 3 – Кнопка опускания столешницы вниз

4,5 – Кнопки памяти (при длинном нажатии - запоминание текущей высоты столешницы, при коротком нажатии - возврат к запомненной высоте)

6 – Кнопка для калибровки (домашнее положение - нижнее)

7 – Кнопка включения и выключения персонального компьютера

8 – Индикатор высоты текущего положения столешницы

Конструкция механизма регулирования высоты стола

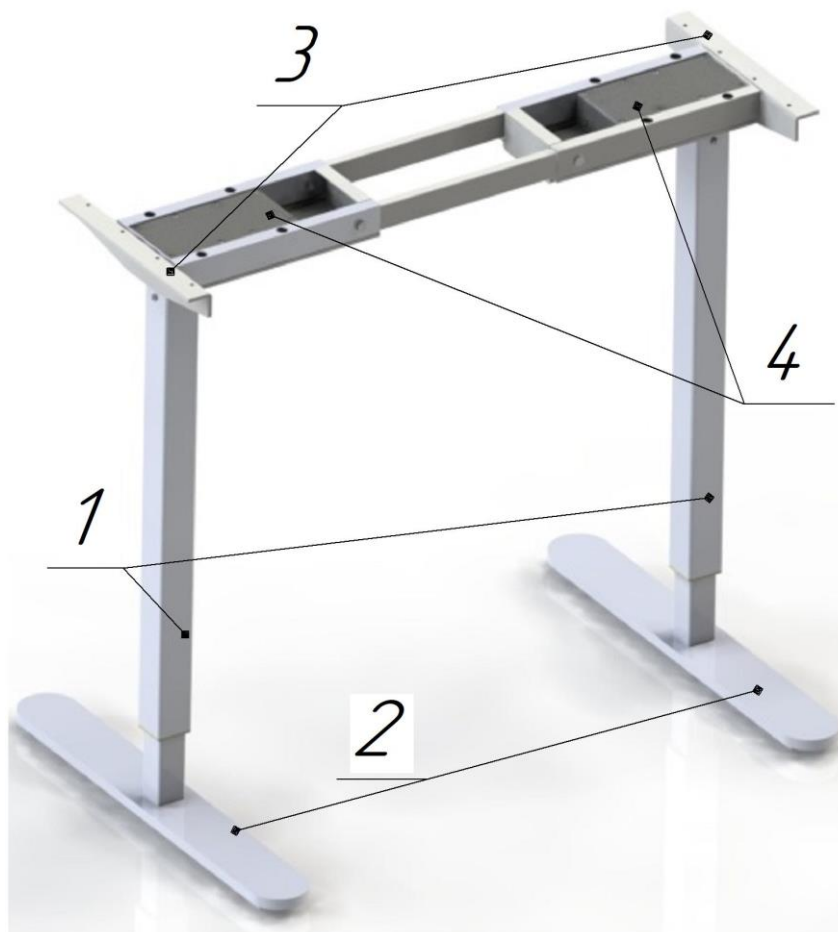


Рис. 1.3 Механизм регулирования высоты стола

1 – Телескопические стойки

2 – Нижние горизонтальные опоры

3 – Верхние горизонтальные опоры

4 – Мотор-редукторы

Конструкция столешницы с встроенным компьютером

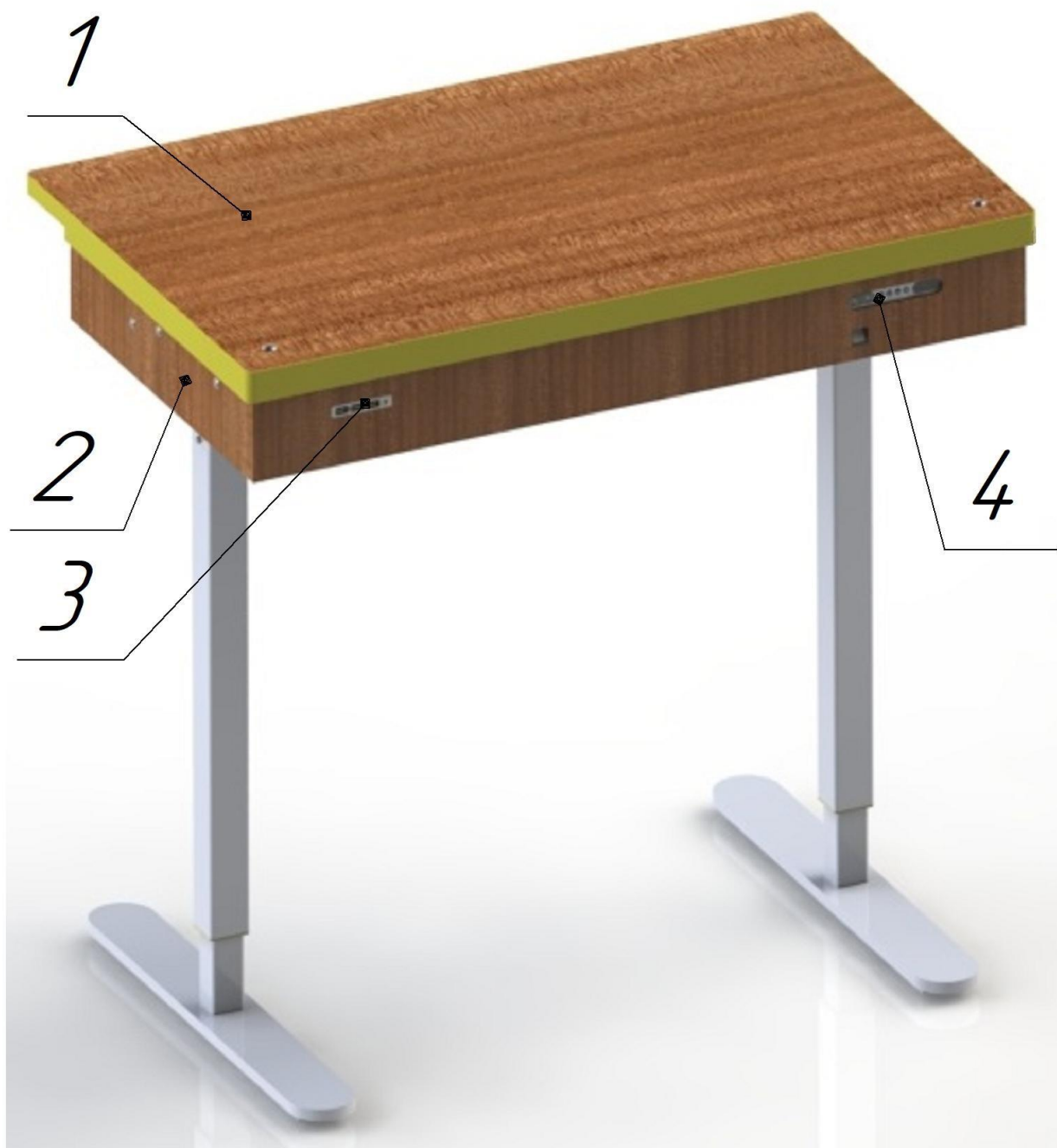


Рис. 1.4 Стол-трансформер в закрытом положении

1 – Верхняя часть столешницы

2 – Корпус

3 – Разъемы Usb и 3.5 jack

4 – Пульт управления

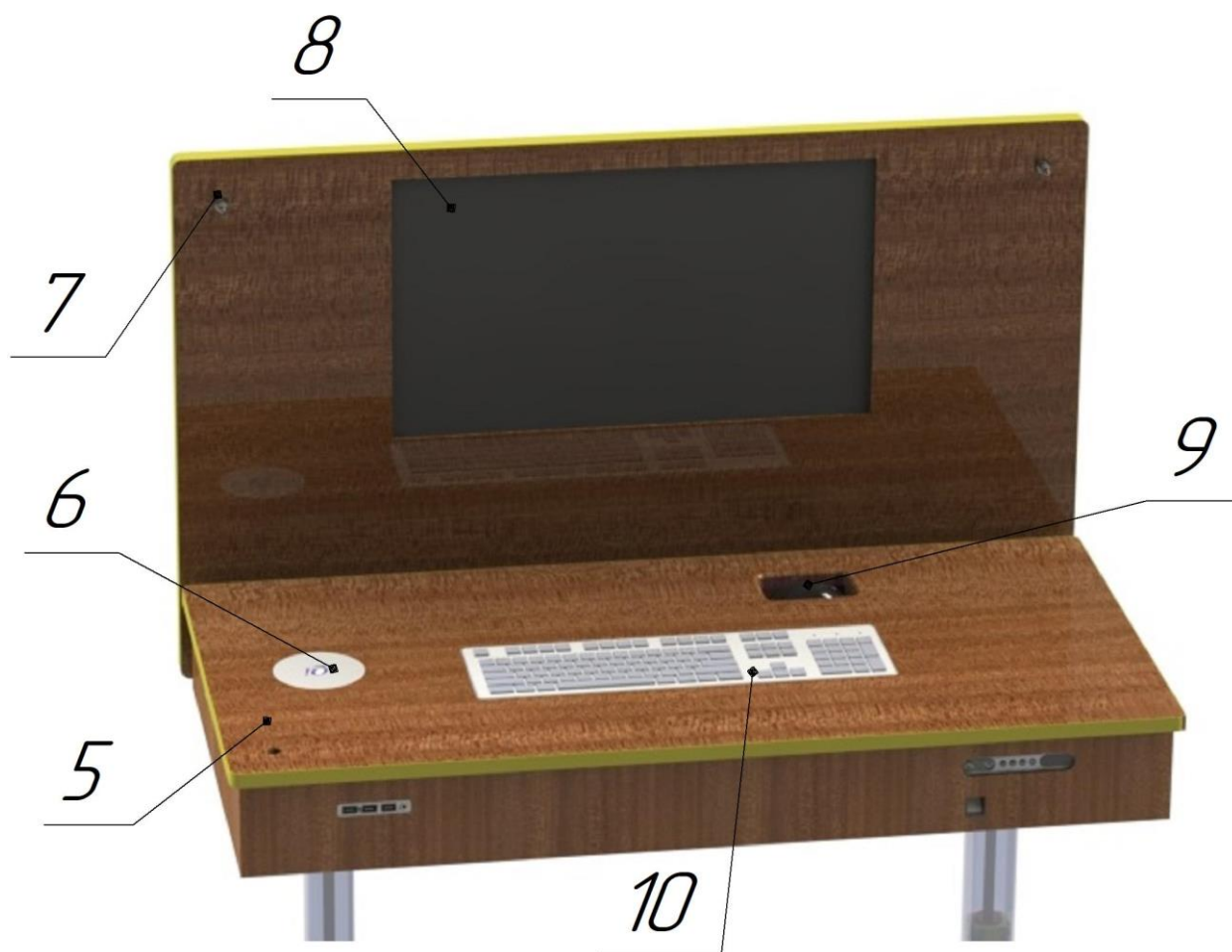


Рис. 1.5 Стол-трансформер в открытом положении

5 – Нижняя часть столешницы

6 – Беспроводное зарядное устройство

7 – Электромеханический замок

8 – Монитор

9 – Компьютерная мышь и область для её хранения

10 – Компьютерная клавиатура

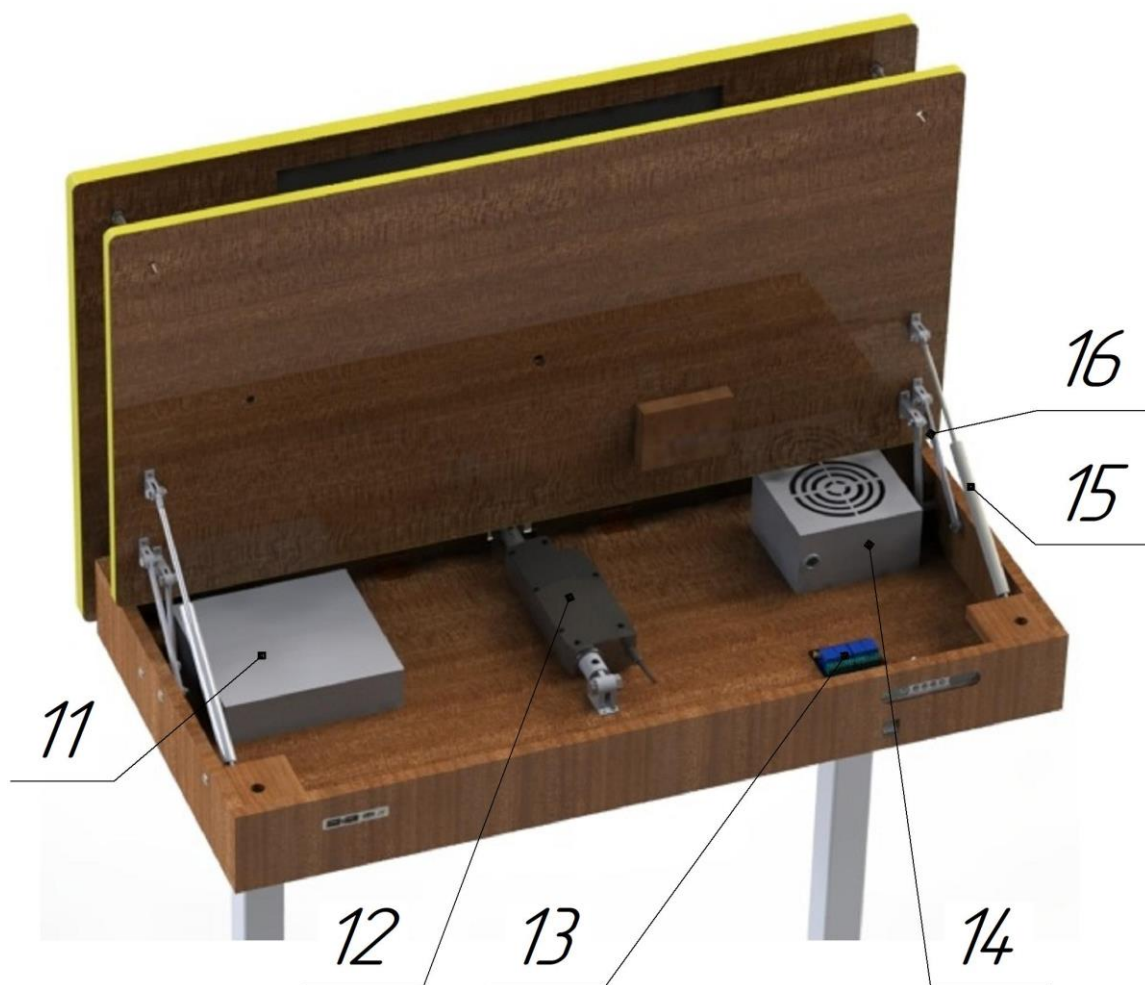


Рис. 1.6 Внутренний отсек стола-трансформера

11 – Системный блок

12 – Линейный привод

13 – Микроконтроллер

14 – Блок питания

15 – Газлифт мебельный

16 – Два звена-коромысла

Управление происходит за счет пульта-управления (рис. 1.2). Пользователь прикладывает палец к сканеру (1 на рис. 1.2) сканер считывает данные и передает их микроконтроллер (13 на рис. 1.6), который в свою очередь сверяет

полученную информацию с базой данной, если данный отпечаток имеется в базе, предоставляется доступ пользователю. Открываются механические замки (7 на рис. 1.5) и приводится в движение линейный привод (12 на рис. 1.6), который открывает верхнюю часть столешницы (1 на рис. 1.4). Доступ к внутренней части столешницы, осуществляется ручным поднятие нижней части столешницы (5 на рис. 1.5). Плавное поднятие обеспечивается двумя звеньями-коромыслами (16 на рис. 1.6), а удержание на месте газлифтом (15 на рис. 1.6). Запуск компьютера осуществляется кнопкой (7 на рис. 1.2) на пульте управления. Регулирование высоты столешницы осуществляется за счет передачи движения от мотор-редуктора (7 на рис. 1.1), через трапецеидальный винт (5 на рис. 1.1), гайке (3 на рис. 1.1), которая прикреплена к нижней части стойки (2 на рис. 1.1). Сборочный чертеж и спецификация представлены в приложение А.

1.4 Расчет и подбор приводов

Мотор-редуктор

Должны выполняться следующие условия:

- Грузоподъемность стола – не менее 200 кг
- Скорость подъема – не менее 3,5 см/с

Исходя из того, что шаг винта равен 2 мм, скорость равна 17,5 об/с.

Необходимо найти окружную силу:

$$F_t = F \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \omega)$$

Где F – осевая сила,

ω – угол подъема резьбы,

φ – угол трения.

Осевая сила равна:

$$F = \frac{m}{2} g$$

Где m – максимальная масса конструкции, равна 200 кг, так как у нас два нагружаемых мотор редуктора, то берется половина всей массы.

$$F = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ Н.}$$

Угол подъема резьбы равен:

$$\omega = \arctg\left(\frac{P}{\pi \cdot d_2}\right)$$

где P – шаг резьбы, равны 2 мм,

d_2 – средний диаметр, равный 7 мм.

$$\omega = \arctg\left(\frac{2}{3.14 \cdot 11}\right) = 3^\circ 19'.$$

Угол трения равен:

$$\varphi = \arctg(\mu),$$

Где μ – коэффициент трения, равный 0,35.

$$\varphi = \arctg(0,35) = 19^\circ 17'.$$

$$F_t = 981 \cdot \tg(3^\circ 19' + 19^\circ 17') = 408,4 \text{ Н.}$$

Крутящий момент равен:

$$M = F_t \cdot r$$

Где r – радиус трапецеидального винта, равный 4 мм.

$$M = 408,4 \cdot 0,006 = 2,45 \text{ Н/м.}$$

В данном случае выбран мотор-редуктор модели ZYT-978JL_N1443BCGMIN.

Момент удержания данного мотор-редуктора 4,93 Н/м, мощность 51,4 Вт.

Линейный привод

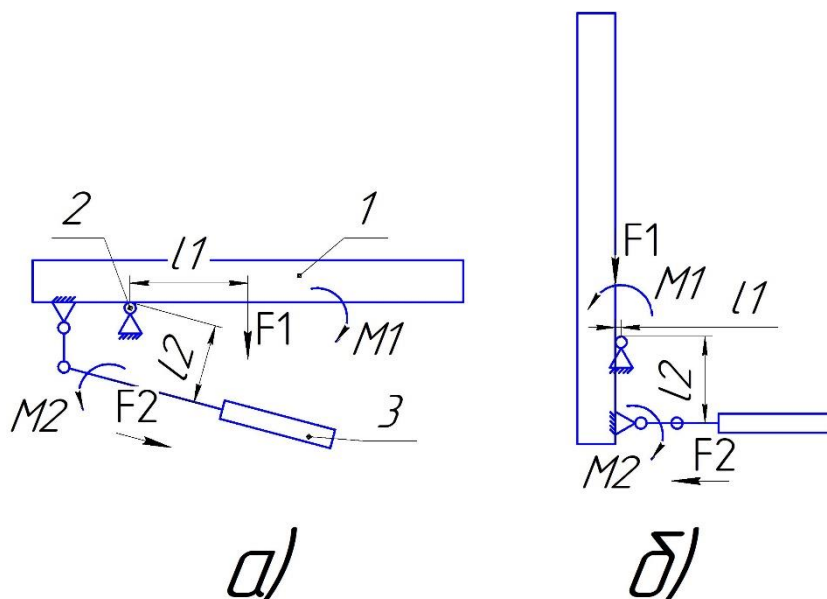


Рис. 1.7 Схема сил и моментов, а) крайнее закрытое положение, б) крайнее открытое положение.

1 – Верхняя часть столешницы

2 – Шарнир

3 – Линейный привод

Уравнение моментов в положении а:

$$\sum M = -M_1 + M_2 = 0$$

$$M_1 = F_1 \cdot l_1,$$

Где F_1 – сила приложенная к центру масс столешницы,

$$F_1 = mg,$$

Где m – масса верхней части столешницы, равна 15 кг.

$$M_2 = F_2 \cdot l_2,$$

Где F_2 – осевая сила линейного привода.

$$M_2 = M_1$$

$$F_2 \cdot l_2 = F_1 \cdot l_1$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{15 \cdot 9,81 \cdot 0,2}{0,025} = 1177 \text{ H}$$

Уравнение моментов в положении б:

$$\sum M = M_1 - M_2 = 0$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{15 \cdot 9,81 \cdot 0,021}{0,059} = 52 \text{ H}$$

В данном случае выбран линейный привод модели Linak LA23.

Максимальное осевое усилие 2,500 Н, максимальное скорость 12.6 мм/с.

1.5 Статическое исследование в Simulation

Статическое испытание конструкция механизма регулирования высоты стол

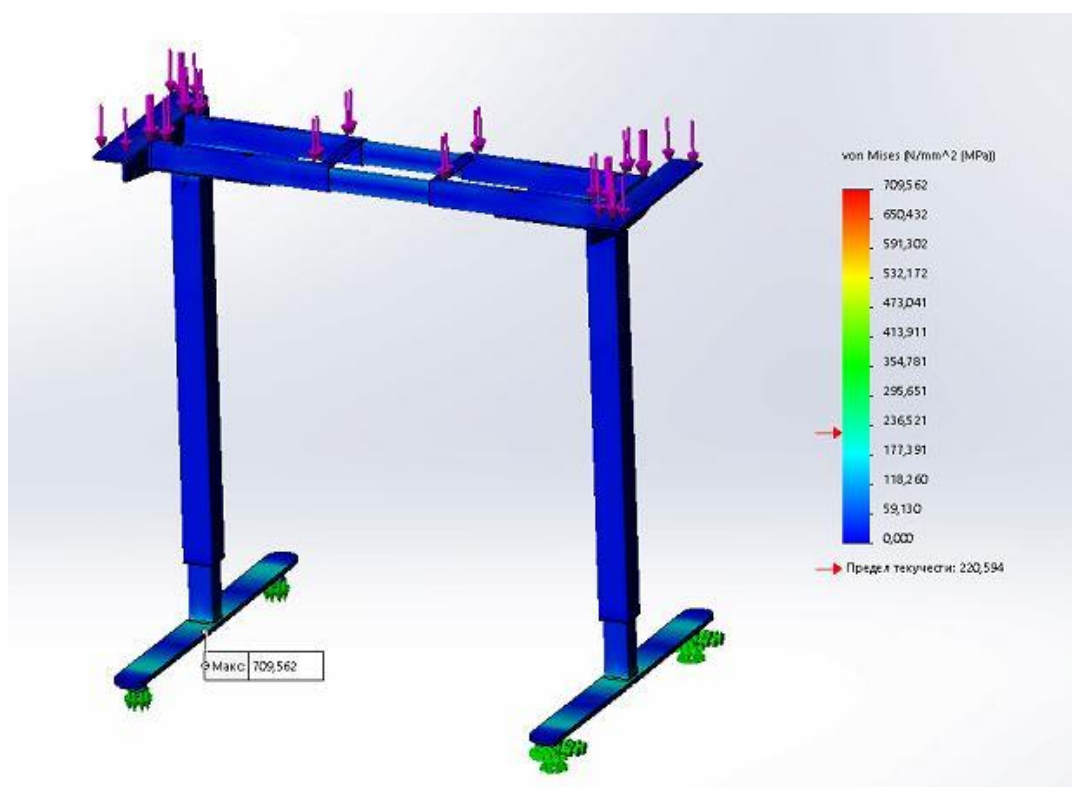


Рис. 1.8 Эпюра напряжений

Как видно на рис. 1.8, предел текучести превышен в области нижних опор.

В связи с этим их конструкция была изменена.

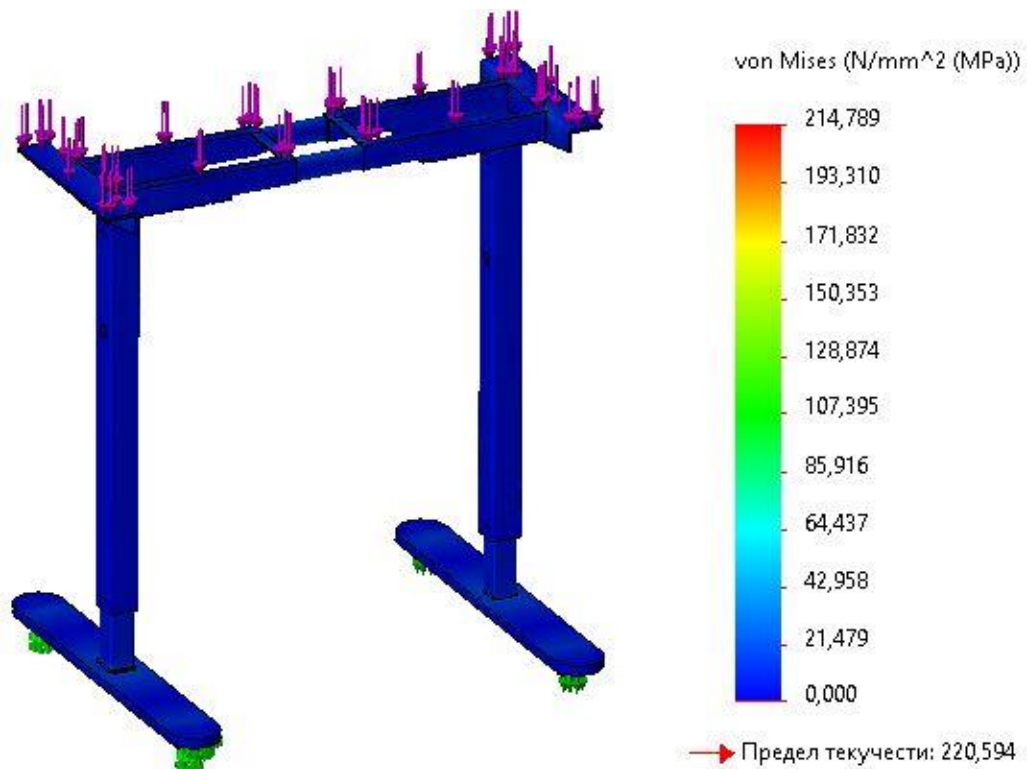


Рис. 1.9 Эпюра напряжений

Вывод

В ходе работы над конструкторской частью был проведен аналитический обзор, в результате которого были рассмотрены плюсы и минусы существующих аналогов. Построена модель стола-конструктора в CAD программе Solidworks. Был сделан расчет и подбор приводов. Было сделано статическое испытание конструкция механизма регулирования высоты стол.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Введение

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности, которая поддерживает устойчивое инновационное развитие предприятий народного хозяйства. На современном этапе машиностроение России нуждается в модернизации и инновациях. Недостаточное финансирование, устаревшие основные производственные активы, высокая конкуренция на внутреннем и внешнем рынках и нехватка квалифицированных кадров ограничивают возможности развития предприятий машиностроения.

В 2018 г. доля предприятий машиностроительного комплекса России составляет около 20%, в странах ЕС составляет от 30 до 50 % (Германия – 54%, Япония – 51%, Великобритания – 39%, Италия – 36,4%, Китай – 35,2%). Доля продукции машиностроения в ВВП стран ЕС составляет 36-45%, в США – 10%, в России 8%. Критическим значение с точки зрения экономической безопасности считается 30% от ВВП.

Можно предположить, что машиностроение в России находится в состоянии длительной депрессии более двух десятилетий. Нынешняя макроэкономическая и политическая ситуация только усугубила ситуацию. В то время как конкурентоспособные экономики формируют структуру мирового воспроизводства, российская экономика последнего периода в основном меняет предложение сырьевого сектора, который составляет 65% российского экспорта. Отечественная промышленность, к сожалению, в большей степени выходит за рамки глобальной конкуренции. Большинство предприятий ориентированы на российские или даже более узкие региональные рынки. До двадцати процентов российских промышленных предприятий вообще не испытывают серьезного конкурентного давления, тридцать процентов конкурируют только с отечественными производителями на внутреннем рынке, тринадцать процентов конкурируют с иностранными производителями и около сорока процентов конкурируют с обоими. В данных условиях решение

проблемы перевода предприятий машиностроительного комплекса на уровень устойчивого развития приобретает особое значение. Для выполнения этой задачи необходимы обновленные организационные и управленческие решения на всех уровнях с использованием соответствующих методологических инструментов.

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления детали, обуславливающего необходимость производства: расчет припусков, условий резания, выбор оборудования, приспособления и инструмента, необходимых для выполнения обработки в соответствии с установленными режимами резания и расчета нормы времени, затраченного на изготовление одной детали.

1.1 Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления подставки. Чертёж детали представлен в приложении Б.1.

1.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Задача проектирования технологического процесса механической обработки заключается в определении её последовательности, при которой технологические возможности станков, приспособлений и инструментов используются в полной мере, а деталь изготавливается с минимальными затратами.

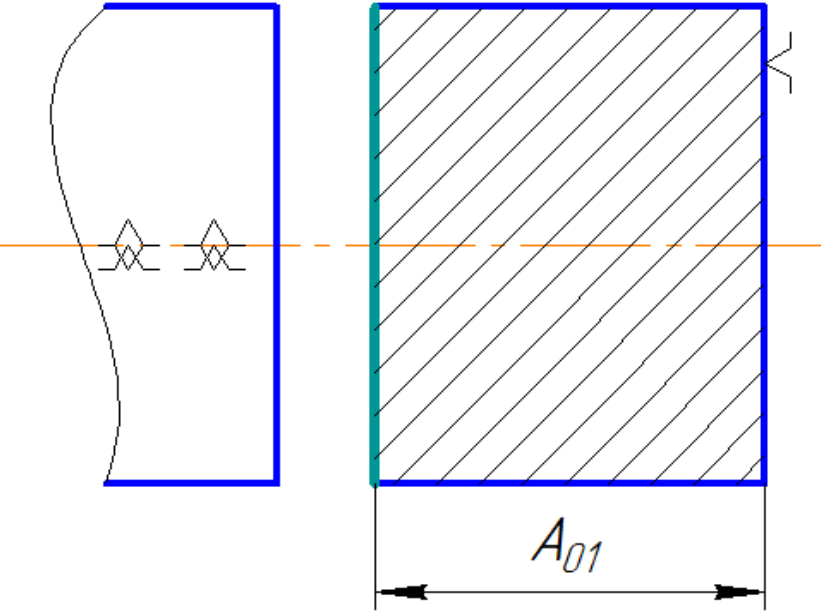
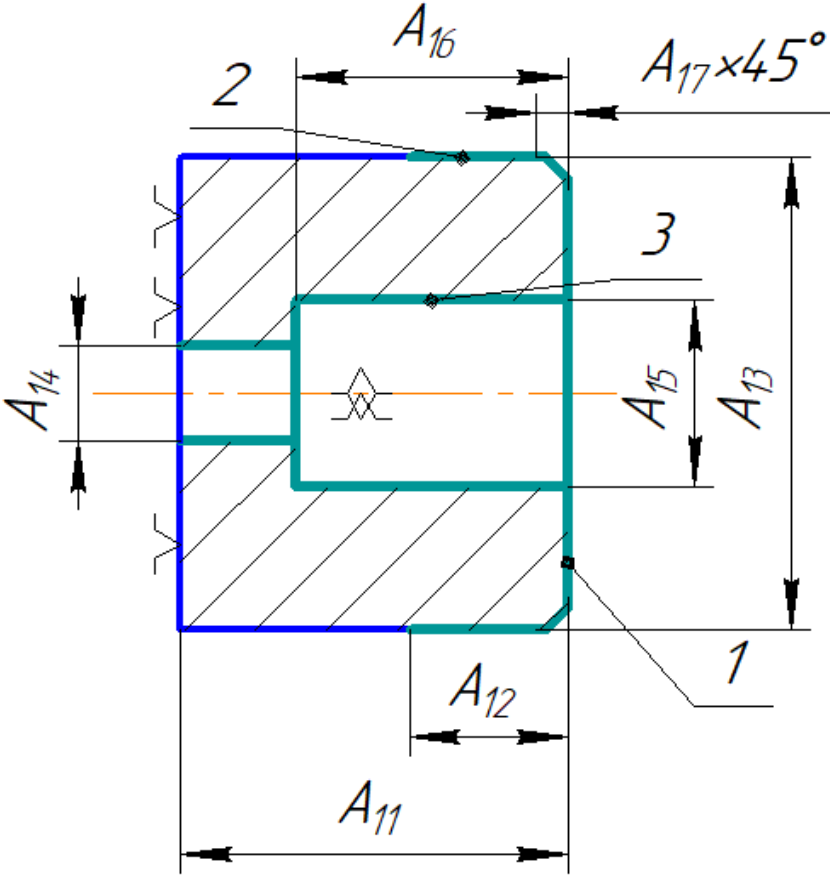
1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь изготавливается из углеродистой стали Ст45 по ГОСТ 1050-88. Вид заготовки – круглый прокат, имеющий низкую стоимость изготовления, простоту большинства поверхностей, обеспечивающий хороший доступ при их обработке и техническом контроле. Изготовление детали экономически выгодно в условиях мелкосерийного производства, т.к. при изготовлении детали не используются специальные инструменты и приспособления.

1.4 Выбор заготовки

В мелкосерийном производстве наиболее выгодным является прокат. Учитывая размеры изготавливаемой детали, выбираем круглый прокат 46 ГОСТ 1050-88.

1.5 Технологический маршрут изготовления детали

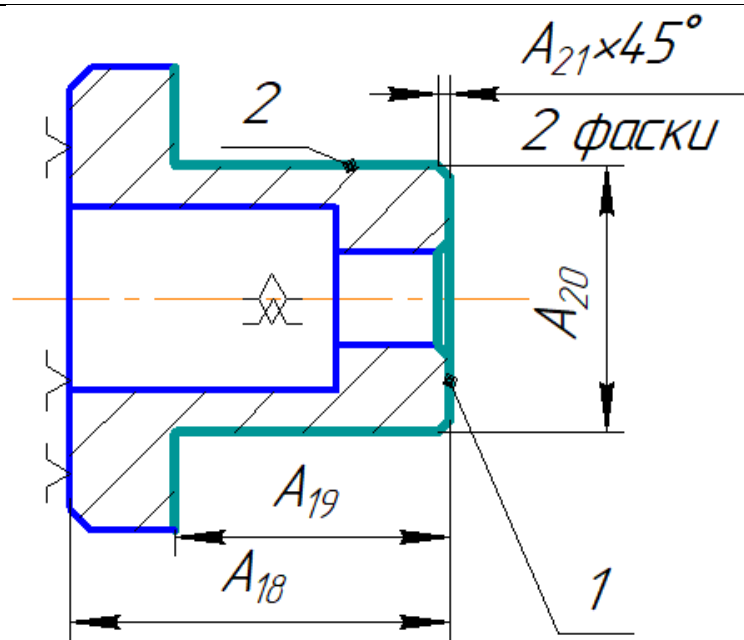
<p>005 Заготовительная отрезная А. Установить и закрепить пруток в самоцентрирующиеся тески; 1.Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01}</p>	
<p>010 Черновая токарная с ЧПУ А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон; 1.Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11} 2.Точить поверхность 2, выдерживая размеры A_{12} и A_{13} 3.Просверлить сквозное отверстие, выдерживая размер A_{14} 3.Растачивать отверстие 3, выдерживая размеры A_{15} и A_{16} 5.Точить фаску, выдерживая размер A_{17}</p>	

Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон;

1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{18}

2. Точить поверхность 2, выдерживая размеры A_{19} и A_{20}

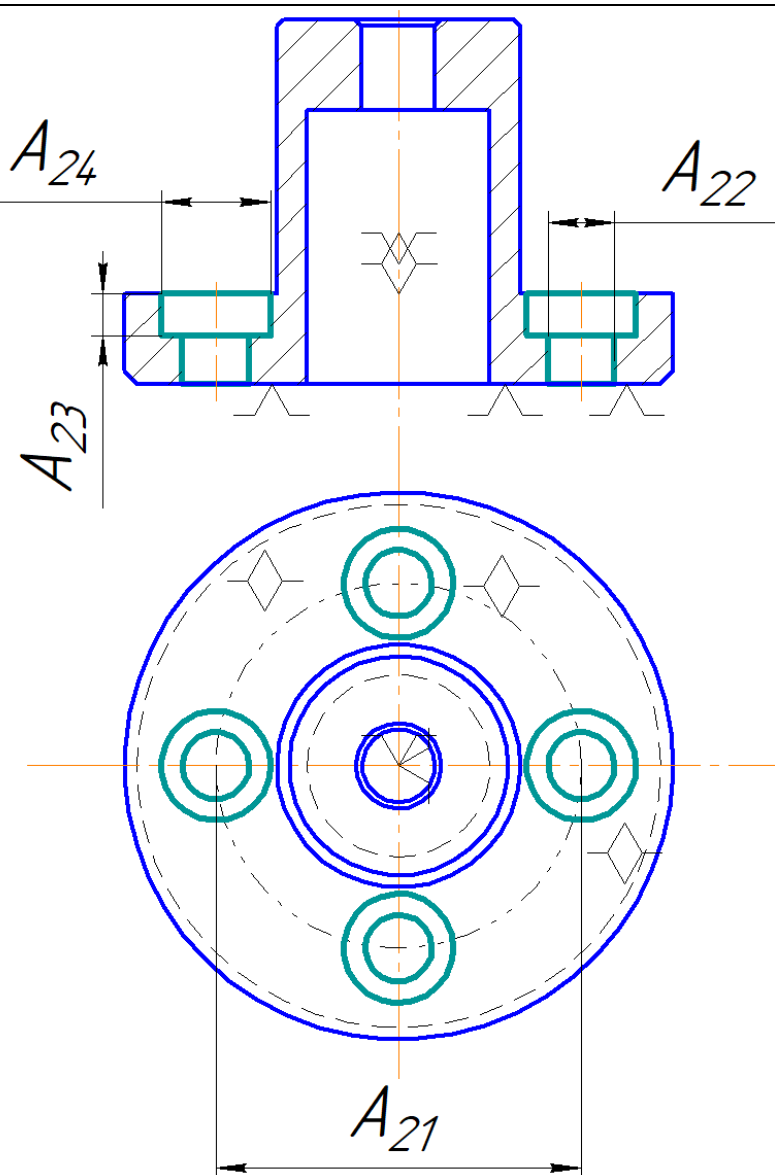
3. Точить фаски, выдерживая размер A_{21}



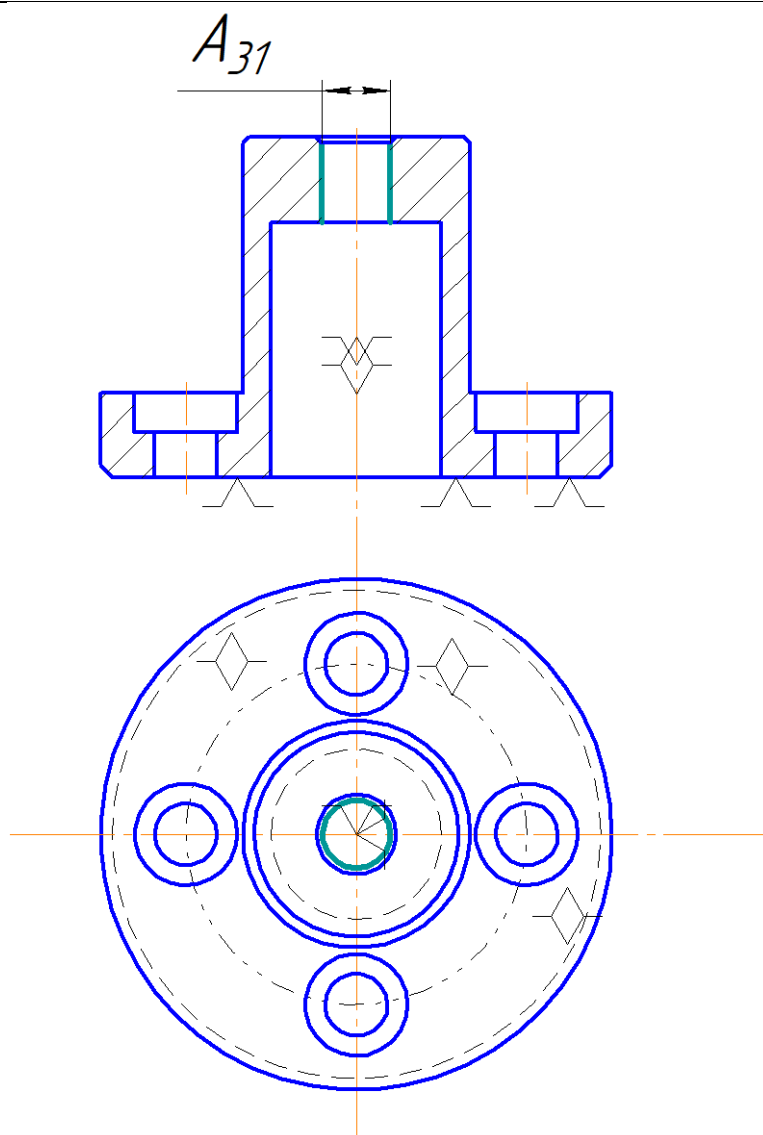
015 Черновая рассверловка с ЧПУ
А. Установить и закрепить заготовку в делительную головку

1. Просверлить 4 сквозных отверстия, выдерживая размеры A_{21} и A_{22}

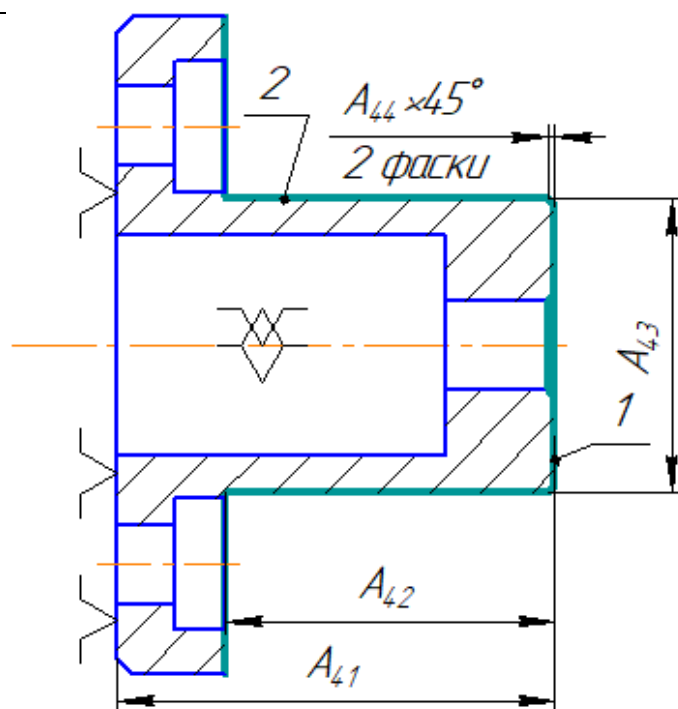
2. Фрезеровать 4 цековки, выдерживая размеры A_{23} и A_{24}



020 Чистовое
развертывание
нормальное с ЧПУ
А. Установить и
закрепить заготовку
в делительную
головку
1. Развертывать
отверстие,
выдерживая размер
 A_{31}



025 Чистовая
токарная с ЧПУ
А. Установить и
закрепить заготовку
в трехкулачковый
патрон;
1. Подрезать торец 1,
выдерживая размер
 A_{41}
2. Точить
поверхность 2,
выдерживая размер
 A_{42} и A_{43}
3. Точить фаски,
выдерживая размер
 A_{44}



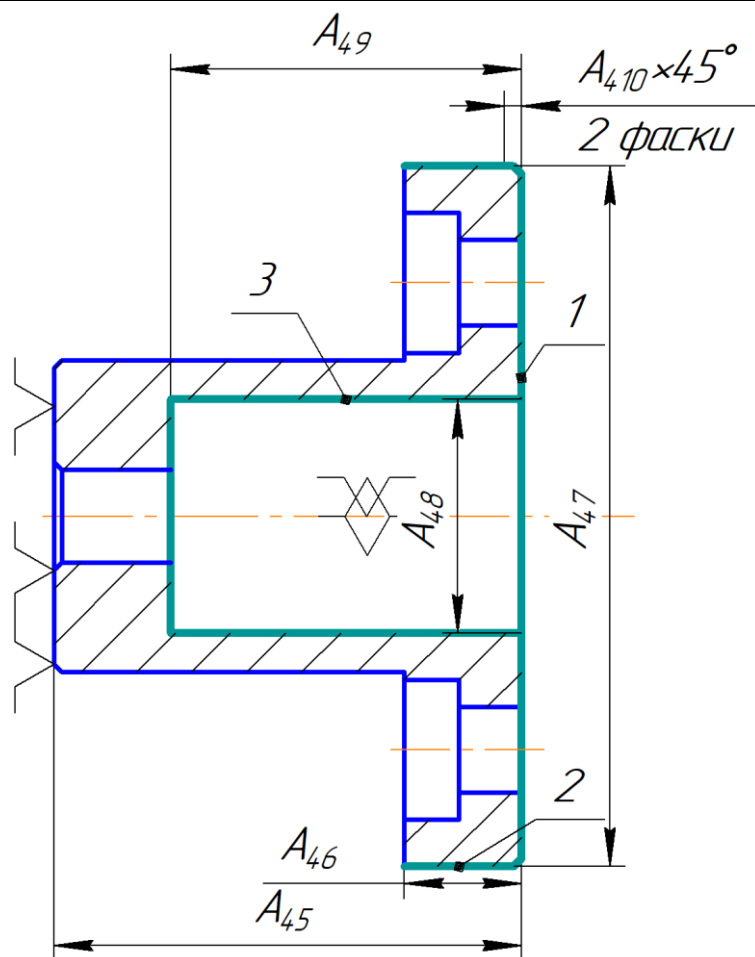
Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон;

1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{45}

2. Точить поверхность 2, выдерживая размеры A_{46} и A_{47}

3. Растачивать отверстие 3, выдерживая размеры A_{48} и A_{49}

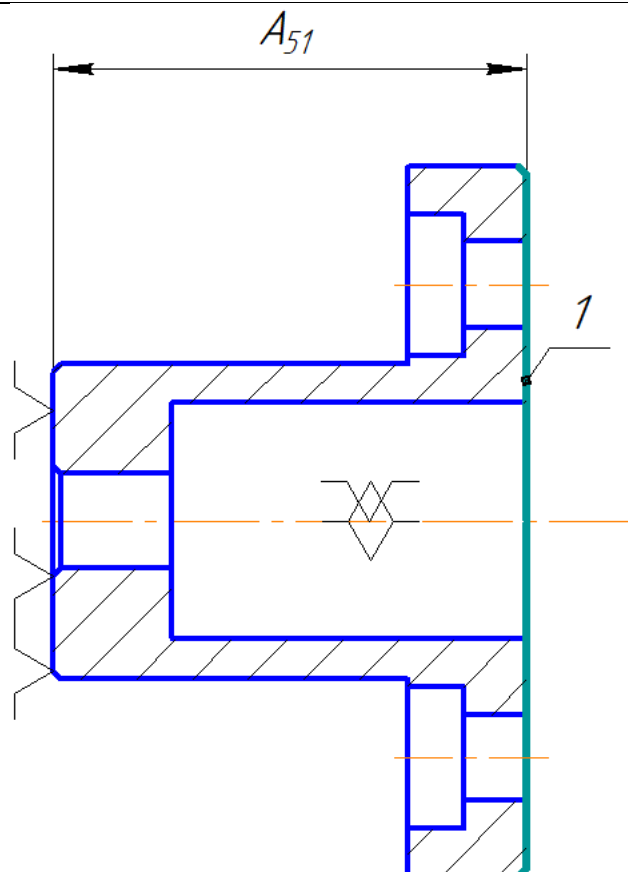
4. Точить фаску, выдерживая размер A_{410}



030 Финишная обработка тонкое с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковый патрон;

1. Точить торец 1, выдерживая размер A_{51}



1.6 Расчет припусков на обработку для размера 30 мм

Припуск на обработку плоскости рассчитывается по формуле:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

Для заготовительной операции выбираем параметры Rz и T из табл.3 [2, с.180], а для остальных операций – по табл.5 [2, с.181].

Пространственное отклонение обрабатываемой поверхности находится по формуле:

$$\rho_{\Sigma} = \Delta_K * l_K;$$

$$\rho_{\Sigma} = 0.5 * 30 = 15 \text{ мкм};$$

Остаточное пространственное отклонение расположения поверхностей заготовки после их обработки определяется выражением:

$$\rho_{\Sigma i-1} = K_y * \rho_{\Sigma};$$

Где коэффициент уточнения K_y , выбирается согласно табл. 29 [2, с.190]. Для чернового точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 * 15 = 0.9 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 * 0.9 = 0,054 \text{ мкм};$$

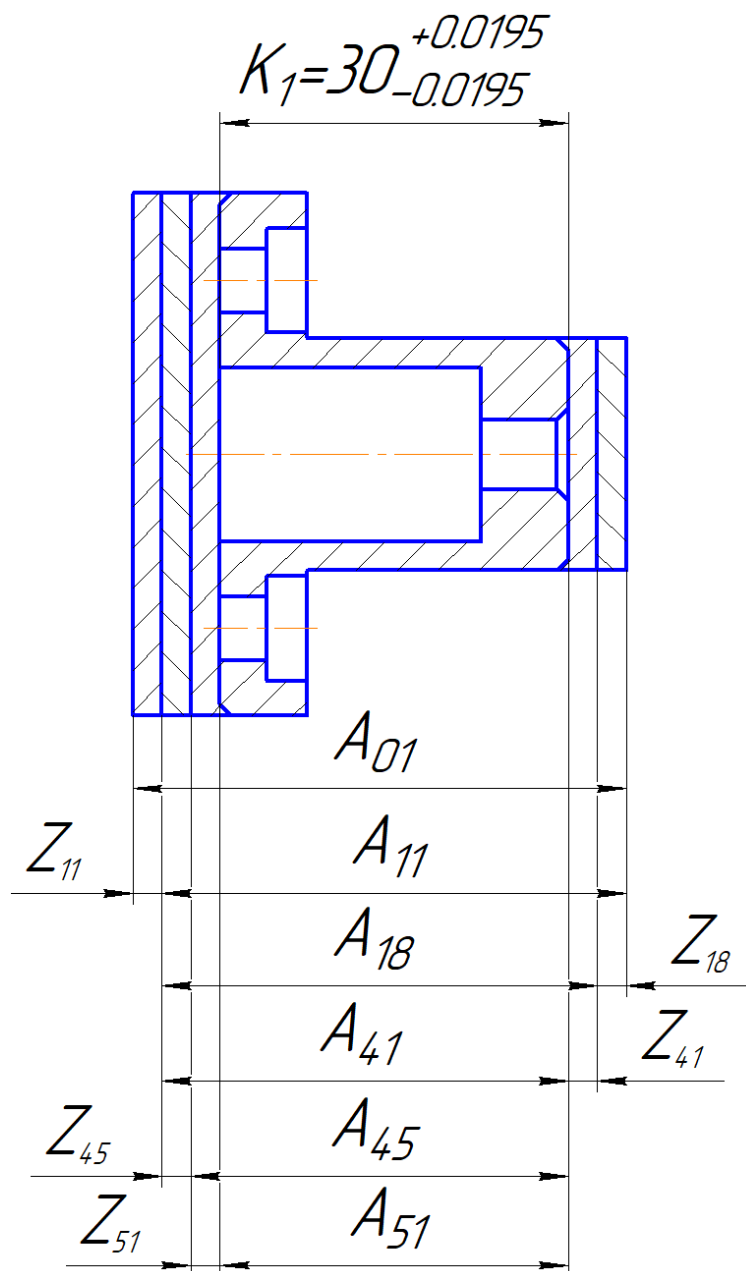


Рис. 2.1 Припуски на обработку

Для чистового точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 0,054 = 0,00216 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 0,00216 = 0,0000864 \text{ мкм};$$

Для тонкого точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 * 0,0000864 = 1,73 * 10^{-6} \text{ мкм};$$

Значения допусков на технологические размеры и получаемую точность
квалитет берём из [1, с.8].

Полученные данные заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 Результаты расчетов припусков и технологических размеров

Номера		Маршрут обработки	Обозначение припуска Z_i	Элементы припуска			Расчетный припуск			Допуск на припуск	Обозначение технологического размера A_i	Квалитет допуска A_i	Допуск на технологический размер A_i , мкм	Расчетные значения технологических размеров A_i	
Тех. операции	Перехода			R_{zi-1} , мкм	h_{i-1} , мкм	$\rho_{\Sigma i-1}$, мкм	Z_{min} , мкм	Z_{max} , мкм	$Z_{ном}$, мкм	T_{zi} , мкм				A_{min} , мм	A_{max} , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	14	15	16
005		Заготовка прокат	–	100	100	15	–	–	–	–	A_{01}	14	620	31.452	32.072
010	A	Черновое точение: обточить заготовку в размер A_{11}	Z_{11}	50	50	0.9	215	1225	720	1010	A_{11}	13	390	30.847	31.237

	Б	Черновое точение: обточить заготовку в размер А18	Z ₁₈	50	50	0.05	100.9	881	491	780	A ₁₈	13	390	30.356	30.746
Номер а		Маршрут обработки	Обозначение припуска Z _i	Элементы припуска			Расчетный припуск			Допуск на припус к	Обозначение технологического размера A _i	Квалитет допуска A _i	Допуск на технологический размер A _i , мкм	Расчетные Значения технологических размеров A _i	
Тех. операции	Переход а			R _{Zi-1} , мкм	h _{i-1} , мкм	$\rho_{\sum i-1}$, мкм	Z _{min} , мкм	Z _{max} , мкм	Z _{ном} , мкм	Тех. операции				R _{Zi-1} , мкм	h _{i-1} , мкм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
025	А	Чистовое точение: обточить заготовку в размер А41	Z ₄₁	3.2	15	0.002	100.05	590	445	490	A ₄₁	10	100	30.156	30.256

	Б	Чистовое точение: обточить заготовку в размер А45	Z45	3.2	15	0	18.202	218	168	200	A45	10	100	30.038	30.138
030		Тонкое точение: обточить заготовку в размер А51	Z51	0.8	10	0	18.2	157	38	139	A51	7	39	29.981	30.02

1.7 Определяем минимальные припуски:

Для чернового обтачивания:

$$Z_{11}^{min} = 100 + 100 + 15 = 215 \text{ мкм}$$

Для чернового обтачивания:

$$Z_{18}^{min} = 50 + 50 + 0.9 = 100.9 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования:

$$Z_{41}^{min} = 50 + 50 + 0.05 = 100.05 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования:

$$Z_{45}^{min} = 3.2 + 15 + 0.002 = 18.202 \text{ мкм}$$

Для тонкого шлифования:

$$Z_{51}^{min} = 3.2 + 15 + 0 = 18.2 \text{ мкм}$$

Полученные значения вносим в графу 8, согласно тех. операции.

Обозначения технологических размеров вносим в графу 12.

Квалитет допуска и допуски на технологические размеры берем из [2, с. 8, табл.4] и вносим в графы 13 и 14.

Расчет остальных параметров основан на размерном анализе проектированного технологического процесса (рис. 2.1) с учетом того факта, что припуск выступает как замыкающее звено размерной цепи.

1.8 Расчет параметров и технологических размеров

Для Z_{51} :

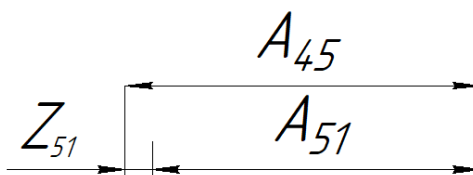


Рис. 2.2 Технологическая размерная цепь для припуска Z_{51}

A_{51} — размер совпадает с конструкторским размером.

Примем замыкающее звено Z_{51} уменьшающим, тогда и A_{51} звено размерной

цепи будет уменьшающим, а звено A_{45} будет увеличивающим.

Определим значение размера A_{45}^{min} из уравнений:

$$Z_{51} = A_{45} - A_{51};$$

$$Z_{51}^{min} = A_{45}^{min} - A_{51}^{max}$$

$$A_{45}^{min} = Z_{51}^{min} + A_{51}^{max}$$

$$A_{45}^{min} = 0.018 + 30.02 = 30.038\text{мм}$$

Определим значение размера A_{45}^{max} из уравнений:

$$A_{45}^{max} = A_{45}^{min} + Td_{A_{45}}$$

$$A_{45}^{max} = 30.038 + 0.1 = 30.138\text{мм}$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{51}^{max} :

$$Z_{51}^{max} = A_{45}^{max} - A_{51}^{min}$$

$$Z_{51}^{max} = 30.138 - 29.981 = 0.157\text{мм}$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z^{ном}$:

$$A_{45}^{ном} = 30.038_{-0.05}^{+0.05}$$

$$Z_{51}^{ном} = A_{45}^{ном} - A_{51}^{ном} = 30.038_{-0.05}^{+0.05} - 30_{-0.0195}^{+0.0195} = 0.038_{-0.0695}^{+0.0695}$$

Для Z_{45} :

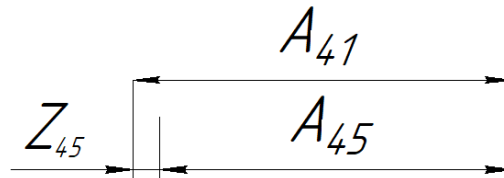


Рис. 2.3 Технологическая размерная цепь для припуска Z_{45}

Примем замыкающее звено Z_{45} уменьшающим, тогда и A_{45} звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено A_{41} будет увеличивающим.

Определим значение размера A_{41}^{min} из уравнений:

$$Z_{45} = A_{41} - A_{45};$$

$$Z_{45}^{min} = A_{41}^{min} - A_{45}^{max}$$

$$A_{41}^{min} = Z_{45}^{min} + A_{45}^{max}$$

$$A_{41}^{min} = 0.018 + 30.138 = 30.156\text{мм}$$

Определим значение размера A_{41}^{max} из уравнений:

$$A_{41}^{max} = A_{41}^{min} + Td_{A_{41}}$$

$$A_{41}^{max} = 30.156 + 0.1 = 30.256 \text{ мм}$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{45}^{max} :

$$Z_{45}^{max} = A_{41}^{max} - A_{45}^{min}$$

$$Z_{45}^{max} = 30.256 - 30.038 = 0.218 \text{ мм}$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z^{ном}$:

$$A_{41}^{ном} = 30.206_{-0.05}^{+0.05}$$

$$Z_{45}^{ном} = A_{41}^{ном} - A_{45}^{ном} = 30.206_{-0.05}^{+0.05} - 30.038_{-0.05}^{+0.05} = 0.168_{-0.1}^{+0.1}$$

Для Z_{41} :

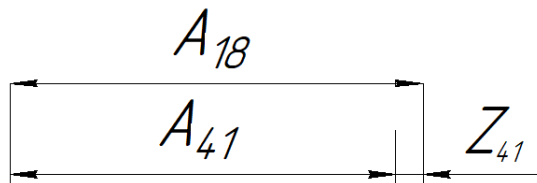


Рис. 2.4 Технологическая размерная цепь для припуска Z_{41}

Примем замыкающее звено Z_{41} уменьшающим, тогда и A_{41} звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено A_{18} будет увеличивающим.

Определим значение размера A_{18}^{min} из уравнений:

$$Z_{41} = A_{18} - A_{41};$$

$$Z_{41}^{min} = A_{18}^{min} - A_{41}^{max}$$

$$A_{18}^{min} = Z_{41}^{min} + A_{41}^{max}$$

$$A_{18}^{min} = 0.1 + 30.256 = 30.356 \text{ мм}$$

Определим значение размера A_{18}^{max} из уравнений:

$$A_{18}^{max} = A_{18}^{min} + Td_{A_{18}}$$

$$A_{18}^{max} = 30.356 + 0.39 = 30.746 \text{ мм}$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{41}^{max} :

$$Z_{41}^{max} = A_{18}^{max} - A_{41}^{min}$$

$$Z_{41}^{max} = 30.746 - 30.156 = 0.59 \text{ мм}$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z^{ном}$:

$$A_{18}^{ном} = 30.551_{-0.195}^{+0.195}$$

$$Z_{41}^{\text{НОМ}} = A_{18}^{\text{НОМ}} - A_{41}^{\text{НОМ}} = 30.551_{-0.195}^{+0.195} - 30.206_{-0.05}^{+0.05} = 0.445_{-0.245}^{+0.245}$$

Для Z_{18} :

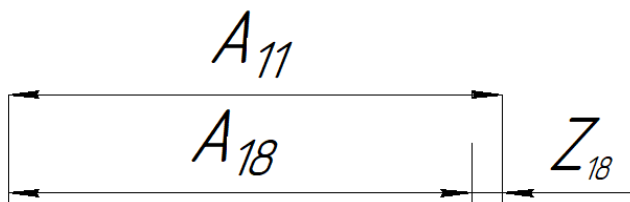


Рис. 2.5 Технологическая размерная цепь для припуска Z_{18}

Примем замыкающее звено Z_{18} уменьшающим, тогда и A_{18} звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено A_{11} будет увеличивающим.

Определим значение размера A_{11}^{\min} из уравнений:

$$Z_{18} = A_{11} - A_{18};$$

$$Z_{18}^{\min} = A_{11}^{\min} - A_{18}^{\max}$$

$$A_{11}^{\min} = Z_{18}^{\min} + A_{18}^{\max}$$

$$A_{11}^{\min} = 0.101 + 30.746 = 30.847 \text{ мм}$$

Определим значение размера A_{11}^{\max} из уравнений:

$$A_{11}^{\max} = A_{11}^{\min} + Td_{A_{11}}$$

$$A_{11}^{\max} = 30.847 + 0.39 = 31.237 \text{ мм}$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{18}^{\max} :

$$Z_{18}^{\max} = A_{11}^{\max} - A_{18}^{\min}$$

$$Z_{18}^{\max} = 31.237 - 30.356 = 0.881 \text{ мм}$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z^{\text{НОМ}}$:

$$A_{11}^{\text{НОМ}} = 31.042_{-0.195}^{+0.195}$$

$$Z_{18}^{\text{НОМ}} = A_{11}^{\text{НОМ}} - A_{18}^{\text{НОМ}} = 31.042_{-0.195}^{+0.195} - 30.551_{-0.195}^{+0.195} = 0.491_{-0.39}^{+0.39}$$

Для Z_{11} :

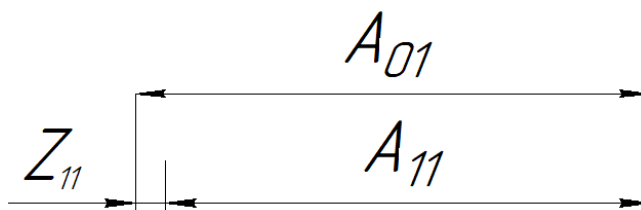


Рис. 2.6 Технологическая размерная цепь для припуска Z_{11}

Примем замыкающее звено Z_{11} уменьшающим, тогда и A_{11} звено размерной

цепи будет уменьшающим, а звено A_{01} будет увеличивающим.

Определим значение размера A_{01}^{min} из уравнений:

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11};$$

$$Z_{11}^{min} = A_{01}^{min} - A_{11}^{max}$$

$$A_{01}^{min} = Z_{11}^{min} + A_{11}^{max}$$

$$A_{01}^{min} = 0.215 + 31.237 = 31.452 \text{ мм}$$

Определим значение размера A_{01}^{max} из уравнений:

$$A_{01}^{max} = A_{01}^{min} + Td_{A_{01}}$$

$$A_{01}^{max} = 31.452 + 0.62 = 32.072 \text{ мм}$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{11}^{max} :

$$Z_{11}^{max} = A_{01}^{max} - A_{11}^{min}$$

$$Z_{11}^{max} = 32.072 - 30.847 = 1.225 \text{ мм}$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z^{ном}$:

$$A_{01}^{ном} = 31.762_{-0.31}^{+0.31}$$

$$Z_{11}^{ном} = A_{01}^{ном} - A_{11}^{ном} = 31.762_{-0.31}^{+0.31} - 31.042_{-0.195}^{+0.195} = 0.72_{-0.505}^{+0.505}$$

1.9 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

В данном параграфе осуществлен подбор инструмента и расчет режимов резания необходимые для получения линейного размера (30мм) для которого был произведен расчет припусков.

Черновое точение.

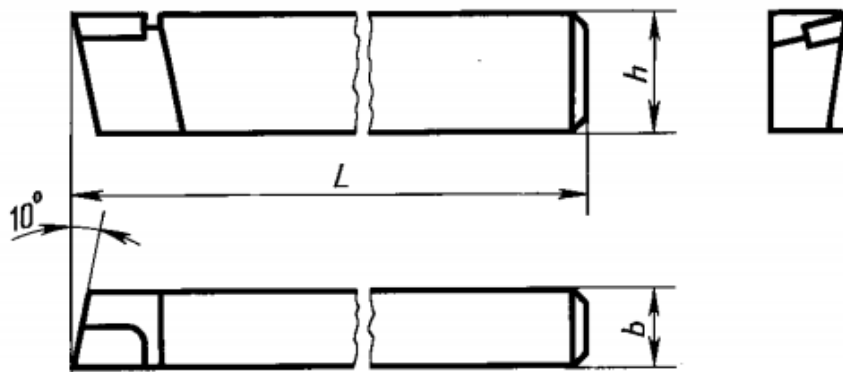


Рис. 2.7 Резец 2101-0057

Резец 2101-0057 T15K6 ГОСТ 18879-73 токарный проходной упорный с

напайными твердосплавными пластинами (обработка поверхности);

Глубина резания:

$$t = 0.720 \text{ мм} [3, \text{ с. 265}]$$

Подача:

$$S' = 0.5 \text{ мм/об} [3, \text{ с. 266, табл. 11}]$$

Стойкость:

$$T = 40 \text{ мин}$$

Расчет скорости резания.

При продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле [3, с. 265]:

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x},$$

где C_v , x , y , m – коэффициент и показатели степени, приведенные в [3, с. 269, табл. 17], $C_v=350$, $m=0.2$, $x=0.15$, $y=0.35$.

K_v – поправочный коэффициент, определяемый из [3, с. 358]

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{иV},$$

где K_{mV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки, K_{nV} – коэффициент учитывающий состояние поверхности и $K_{иV}$ – коэффициент учитывающий материал режущего инструмента.

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1,45 [2, \text{ стр.262 табл.2 - 3}],$$

$$K_{nV} = 0,9 [3, \text{ стр.263 табл.5}],$$

$$K_{иV} = 1 [3, \text{ стр.263 табл.6}]$$

$$K_v = 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,305$$

$$V = \frac{350 \cdot 1,305}{40 \cdot 0,5^{0,35} \cdot 0,72^{0,15}} = 15 \text{ м/мин},$$

2. Расчет силы резанья.

При наружном продольном и поперечном точении составляющие силы резанья рассчитывается по формуле [3, стр.271]:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где C_p , x , y , n – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки принимаемые из [3, с. 273, табл. 22],

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}.$$

Рассчитываем составляющую силы – P_z :

$$K_{Mp} [3, \text{стр.264, табл. 9}], K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,704$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,72^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 15,289^{-0,15} \cdot 0,704 = 600,616 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы – P_y :

$$K_{Mp} [3, \text{стр.264, табл. 9}], K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,5 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,504.$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,72^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 15,289^{-0,3} \cdot 0,504 = 265,28H$$

Рассчитываем составляющую силы— P_x :

$$K_{Mp}[3, \text{стр.264, табл. 9}], K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 1,17 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{yp} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,18.$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,72^1 \cdot 0,5^{0,5} \cdot 15,289^{-0,4} \cdot 1,18 = 684,144 H$$

Расчет мощности резанья:

Расчет мощности резания производится согласно формуле [3, с. 271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{600,616 \cdot 15,289}{1020 \cdot 60} = 0,15 \text{ кВт.}$$

Расчет частоты вращения шпинделя.

Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15,289}{3,14 \cdot 45} = 108 \text{ об/мин.}$$

Черновое точение.

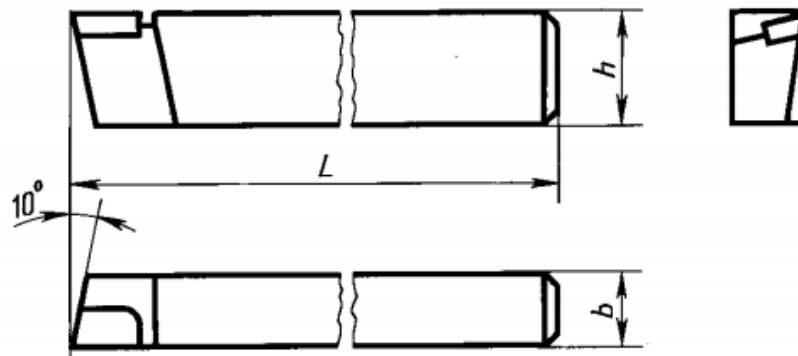


Рис. 2.8 Резец 2101-0057

Резец 2101-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73 токарный проходной упорный с напайными твердосплавными пластинами (обработка поверхности);

Глубина резания:

$$t = 0.491 \text{ мм [3, с. 265]}$$

Подача:

$$S' = 0.5 \text{ мм/об [3, с. 266, табл. 11]}$$

Стойкость:

$$T = 40 \text{ мин}$$

Расчет скорости резания.

При продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле [3, с. 265]:

$$v = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot S^y \cdot t^x},$$

где $C_V = 350$, $m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.35$.

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{иV},$$

$$K_{mV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 0.95 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1.45 \text{ [3, стр.262 табл.2 - 3]},$$

$$K_{nV} = 0.9 \text{ [3, стр.263 табл.5]},$$

$$K_{иV} = 1 \text{ [3, стр.263 табл.6]}$$

$$K_V = 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,305$$

$$V = \frac{350 \cdot 1,305}{40 \cdot 0,5^{0,35} \cdot 0,491^{0,15}} = 16 \text{ м/мин},$$

Расчет силы резанья.

При наружном продольном и поперечном точении составляющие силы резанья рассчитывается по формуле [3, стр.271]:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}.$$

Рассчитываем составляющую силы— P_z :

$$K_{Mp} [3, \text{стр.264, табл. 9}], K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,704$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,491^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 16,193^{-0,15} \cdot 0,704 = 406,073 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы— P_y :

$$K_{Mp} [3, \text{стр.264, табл. 9}], K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,5 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,504.$$

$$Cp = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,491^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 16,193^{-0,3} \cdot 0,504 = 184,754 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы— P_x :

$$K_{Mp} [3, \text{стр.264, табл. 9}], K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 1,17 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,18.$$

$$Cp = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,491^1 \cdot 0,5^{0,5} \cdot 16,193^{-0,4} \cdot 1,18 = 455,95 \text{ Н}$$

Расчет мощности резанья:

Расчет мощности резания производится согласно формуле [3, с. 271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{406,073 \cdot 16,193}{1020 \cdot 60} = 0,107 \text{ кВт.}$$

Расчет частоты вращения шпинделя.

Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16}{3,14 \cdot 45} = 113 \text{ об/мин.}$$

Чистовое точение.

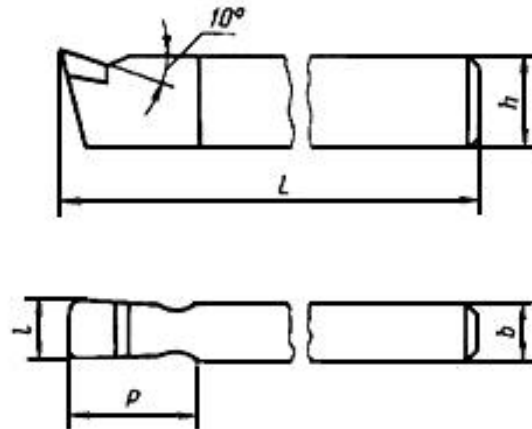


Рис. 2.9 Резец 2120-0053

Резец 2120-0053 Т15К6 ГОСТ 18881-73 токарный чистовой широкий с пластиной из твердого сплава (обработка поверхности);

Глубина резания:

$$t = 0.445 \text{ мм [3, с. 265]}$$

Подача:

$$S' = 0.2 \text{ мм/об [3, с. 268, табл. 14]}$$

Стойкость:

$$T = 40 \text{ мин}$$

Расчет скорости резания.

При продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле [3, с. 265]:

$$v = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot S^y \cdot t^x},$$

где $C_V = 350$, $m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.35$.

K_V – поправочный коэффициент, определяемый из [3, с. 358]

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{uV},$$

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 0.95 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1.45 \text{ [3, стр. 262 табл. 2 - 3],}$$

$$K_{nV} = 0,9 \text{ [3, стр.263 табл.5],}$$

$$K_{иV} = 1 \text{ [3, стр.263 табл.6]}$$

$$K_V = 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,305$$

$$V = \frac{350 \cdot 1,305}{40 \cdot 0,2^{0,35} \cdot 0,445^{0,15}} = 23 \text{ м/мин,}$$

Расчет силы резанья.

При наружном продольном и поперечном точении составляющие силы резанья рассчитывается по формуле [3, стр.271]:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}.$$

Рассчитываем составляющую силы— P_z :

$$K_{Mp} \text{ [3, стр.264, табл. 9], } K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ [3, стр.275, табл. 23],}$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 \text{ [3, стр.275, табл. 23],}$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ [3, стр.275, табл. 23],}$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,704$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,445^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 22,647^{-0,15} \cdot 0,704 = 176,025 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы— P_y :

$$K_{Mp} \text{ [3, стр.264, табл. 9], } K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,5 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,504.$$

$$Cp = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,445^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 22,647^{-0,3} \cdot 0,504 = 88,242 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы — P_x :

$$K_{Mp} [3, \text{стр.264, табл. 9}], \quad K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 1,17 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,18.$$

$$Cp = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,445^1 \cdot 0,2^{0,5} \cdot 22,647^{-0,4} \cdot 1,18 = 228,534 \text{ Н}$$

Расчет мощности резанья:

Расчет мощности резания производится согласно формуле [3, с. 271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{176,025 \cdot 22,647}{1020 \cdot 60} = 0,065 \text{ кВт.}$$

Расчет частоты вращения шпинделя. Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22,647}{3,14 \cdot 45} = 160 \text{ об/мин.}$$

Чистовое точение.

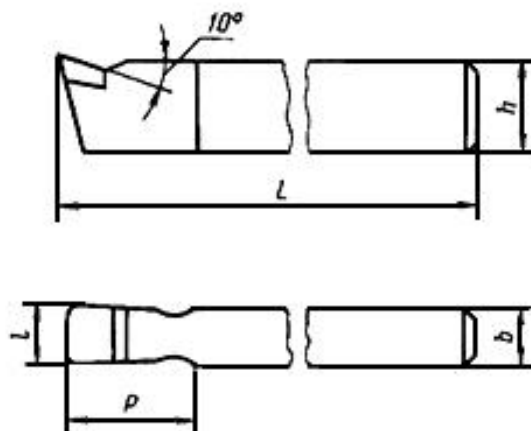


Рис. 2.10 Резец 2120-0053

Резец 2120-0053 Т15К6 ГОСТ 18881-73 токарный чистовой широкий с пластиной из твердого сплава (обработка поверхности);

Глубина резания:

$$t = 0.168 \text{ мм [3, с. 265]}$$

Подача:

$$S' = 0.2 \text{ мм/об [3, с. 268, табл. 14]}$$

Стойкость:

$$T = 40 \text{ мин}$$

Расчет скорости резания.

При продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле [3, с. 265]:

$$v = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot S^y \cdot t^x},$$

где $C_V=420$, $m=0.2$, $x=0.15$, $y=0.2$.

K_V – поправочный коэффициент, определяемый из [3, с. 358]

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{иV},$$

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1,45 \text{ [3, стр.262 табл.2 - 3]},$$

$$K_{nV} = 0,9 \text{ [3, стр.263 табл.5]},$$

$$K_{иV} = 1 \text{ [3, стр.263 табл.6]}$$

$$K_V = 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,305$$

$$V = \frac{420 \cdot 1,305}{40 \cdot 0,2^{0,2} \cdot 0,168^{0,15}} = 25 \text{ м/мин},$$

Расчет силы резанья.

При наружном продольном и поперечном точении составляющие силы резанья рассчитывается по формуле [3, стр.271]:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}.$$

Рассчитываем составляющую силы— P_z :

$$K_{Mp} \text{ [3, стр.264, табл. 9]}, K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ [3, стр.275, табл. 23]},$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 \text{ [3, стр.275, табл. 23]},$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ [3, стр.275, табл. 23]},$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,704$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,168^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 24,706^{-0,15} \cdot 0,704 = 65,593 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы— P_y :

$$K_{Mp}[3, \text{стр.264, табл. 9}], \quad K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,5 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,504.$$

$$Cp = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,168^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 24,706^{-0,3} \cdot 0,504 = 35,776 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы— P_x :

$$K_{Mp}[3, \text{стр.264, табл. 9}], \quad K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 1,17 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,18.$$

$$Cp = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,168^1 \cdot 0,2^{0,5} \cdot 24,706^{-0,4} \cdot 1,18 = 83,329 \text{ Н}$$

Расчет мощности резанья:

Расчет мощности резания производится согласно формуле [3, с. 271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{65,593 \cdot 24,706}{1020 \cdot 60} = 0,026 \text{ кВт.}$$

Расчет частоты вращения шпинделя. Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24,706}{3,14 \cdot 20} = 393 \text{ об/мин.}$$

Тонкое точение.

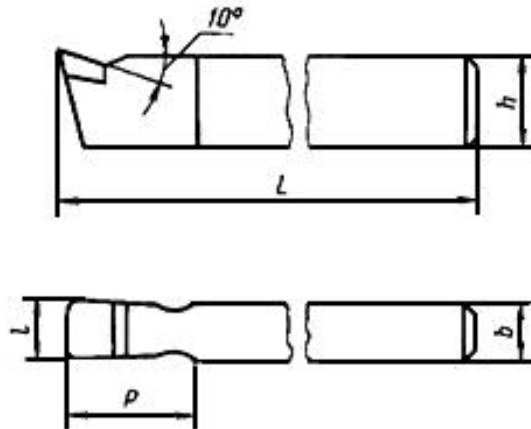


Рис. 2.11 Резец 2120-0053

Резец 2120-0053 Т15К6 ГОСТ 18881-73 токарный чистовой широкий с пластиной из твердого сплава (обработка поверхности);

Глубина резания:

$$t = 0.038 \text{ мм [3, с. 265]}$$

Подача:

$$S' = 0.09 \text{ мм/об [3, с. 268, табл. 14]}$$

Стойкость:

$$T = 40 \text{ мин}$$

Расчет скорости резания.

При продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле [3, с. 265]:

$$v = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot S^y \cdot t^x},$$

где $C_V=420$, $m=0.2$, $x=0.15$, $y=0.2$.

K_V – поправочный коэффициент, определяемый из [3, с. 358]

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{иV},$$

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1,45 \text{ [3, стр.262 табл.2 - 3]},$$

$$K_{nV} = 0,9 \text{ [3, стр.263 табл.5]},$$

$$K_{иV} = 1 \text{ [3, стр.263 табл.6]}$$

$$K_V = 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,305$$

$$V = \frac{420 \cdot 1,305}{40 \cdot 0,09^{0,2} \cdot 0,038^{0,15}} = 36 \text{ м/мин},$$

Расчет силы резанья.

При наружном продольном и поперечном точении составляющие силы резанья рассчитывается по формуле [3, стр.271]:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}.$$

Рассчитываем составляющую силы – P_z :

$$K_{Mp} \text{ [3, стр.264, табл. 9]}, K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ [3, стр.275, табл. 23]},$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 \text{ [3, стр.275, табл. 23]},$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ [3, стр.275, табл. 23]},$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,704$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,038^1 \cdot 0,09^{0,75} \cdot 36,223^{-0,15} \cdot 0,704 = 7,697 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы— P_y :

$$K_{Mp}[3, \text{стр.264, табл. 9}], \quad K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,5 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,504.$$

$$Cp = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,038^{0,9} \cdot 0,09^{0,6} \cdot 36,223^{-0,3} \cdot 0,504 = 5,18 \text{ Н}$$

Рассчитываем составляющую силы— P_x :

$$K_{Mp}[3, \text{стр.264, табл. 9}], \quad K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 1,17 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\gamma p} = 1,4 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [3, \text{стр.275, табл. 23}],$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,18.$$

$$Cp = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,038^1 \cdot 0,09^{0,5} \cdot 36,223^{-0,4} \cdot 1,18 = 10,849 \text{ Н}$$

Расчет мощности резанья:

Расчет мощности резания производится согласно формуле [3, с. 271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{7,697 \cdot 36,223}{1020 \cdot 60} = 0,005 \text{ кВт.}$$

Расчет частоты вращения шпинделя.

Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36,223}{3,14 \cdot 20} = 577 \text{ об/мин.}$$

1.10 Выбор оборудования

Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25

Таблица 2.2 Характеристики станка СТ 16А25

Наибольший диаметр заготовки устанавливаемой над станиной, мм	500
Наибольший диаметр заготовки обрабатываемой над суппортом, мм	280
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	870/1370
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7.5
Количество и диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин	21-1620
Сечение резца, мм	25x25
Число резцов, одновременно устанавливаемых в резцедержателе, шт	6

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Haas TM-1

Таблица 2.3 Характеристики станка Haas TM-1

Наибольший диаметр сверления, мм	40
Рабочая зона	

Технологический ход, ось X, мм	762
Технологический ход, ось Y, мм	305
Технологический ход, ось Z, мм	406
Макс. мощность шпинделя, кВт	5,6
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	4000
Размеры стола, мм	1213x267
Макс. крутящий момент, Нм	45

1.11 Выбор измерительного инструмента

Для осуществления технического контроля производим подбор измерительного инструмента. При выборе инструмента учитываем тип производства, требуемую точность измерений, доступность измеряемых участков поверхностей детали (простота поверхностей обеспечивает хороший доступ).

10. Выбор измерительного инструмента

Для проведения технического контроля подбираем измерительный инструмент. При выборе инструмента учитываем тип производства, требуемую точность измерений, доступность измеряемых участков поверхностей детали.

Учитывая факторы, выбираем:

- Штангенциркуль ШЦ – II – 250 – 0,05 ГОСТ 166-89 для измерения линейных размеров, с точностью 0,05 мм
- Микрометр ГОСТ 6507–90 типа МВМ для измерения диаметральных размеров, с точностью 0,01 мм;
- Индикаторы часового типа ИЧ-05, цена деления 0,01 мм.

1.12 Нормирование

Норма времени для выполнения операций на станках с ЧПУ, при условии, что используется один станок, включает подготовительное - заключительное время,

то есть время, затрачиваемое на подготовку к выполнению работы и действий, связанных с ее завершением, и штучное время обработки, время, выделенное на изготовление одной детали [5, с. 4, формула 1.1]:

$$H_{\text{вр}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{шт}}$$

$T_{\text{шт}}$ – определяется из формулы [5, с.5, формула 1.2]:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}}}{100} \right)$$

где $T_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин; $T_{\text{обс}}$ и $T_{\text{отл}}$ – время на обслуживание рабочего места и время на отдых и личные нужды соответственно, % от $T_{\text{оп}}$ (4-8%).

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{а}} + T_{\text{в}},$$

здесь $T_{\text{а}}$ – время автоматической работы станка, мин; $T_{\text{в}}$ – время вспомогательной ручной работы, мин.

Производим расчет времени автоматической работы, представляющего собой совокупность основного и вспомогательного времени работы станка:

$$T_{\text{а}} = T_{\text{оа}} + T_{\text{ва}},$$

где $T_{\text{оа}}$ – основное время автоматической работы, мин; $T_{\text{ва}}$ – вспомогательное время автоматической работы, мин.

Расчет основного времени автоматической работы станка:

$$T_{\text{оа}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{Mi}},$$

где L_i – длина пройденного пути инструментом, при обработке заготовки, мм
 S_{Mi} – рабочая минутная подача, на обрабатываемом участке, мм/мин.

Обработка инструментом ПИ1

Таблица 2.4 Координаты опорных точек траектории инструмента ПИ1:

№	Т	Координаты	
		X, мм	Z, мм
0	-	35	10

1	T _{ва}	35	-0.49
2	T _{оа}	0	-0.49
3	T _{ва}	18.5	10
4	T _{оа}	18.5	-22.33
5	T _{ва}	19.5	-21.33
6	T _{ва}	19.5	10
7	T _{ва}	14.5	10
8	T _{оа}	14.5	-22.33
9	T _{ва}	15.5	-21.33
10	T _{ва}	15.5	10
11	T _{ва}	10.5	10
12	T _{оа}	10.5	-22.33
13	T _{ва}	11.5	-21.33
14	T _{ва}	11.5	10
15	T _{ва}	10.23	10
16	T _{оа}	10.23	-22.33
17	T _{ва}	11.5	-21.33
18	T _{ва}	35	-22.33
19	T _{ва}	35	-21.33
20	T _{оа}	10.23	-21.33
21	T _{ва}	35	10

$$l_1 = 35\text{мм}$$

$$S_{M1} = n \cdot S = 113 \cdot 0.5 = 56,5\text{мм/мин};$$

$$T_{\text{оа1.1}} = \frac{35}{56,5} = 0,62\text{мин}$$

$$l_2 = 32.33\text{мм}$$

$$S_{M2} = n \cdot S = 1132 \cdot 0.5 = 566\text{мм/мин};$$

$$T_{oa1.2} = \frac{32.33}{566} = 0,06 \text{мин}$$

$$S_{M3} = n \cdot S = 1175 \cdot 0.5 = 587.5 \text{мм/мин};$$

$$T_{oa1.3} = \frac{32.33}{587.5} = 0,05 \text{мин}$$

$$l_3 = 24,77 \text{мм}$$

$$S_{M4} = n \cdot S = 1175 \cdot 0.5 = 587.5 \text{мм/мин};$$

$$T_{oa1.4} = \frac{24,77}{587.5} = 0,04 \text{мин}$$

$$T_{oa1} = T_{oa1.1} + 2 \cdot T_{oa1.2} + T_{oa1.3} + T_{oa1.4} = 0,83 \text{мин}$$

Обработка инструментом ПИ2

Таблица 2.5 Координаты опорных точек траектории инструмента ПИ2:

№	Т	Координаты	
		X, мм	Z, мм
22	T _{ва}	8.28	10
23	T _{оа}	8.28	-0.49
24	T _{оа}	10.23	-1.49
25	T _{ва}	35	10

$$l = 10.49 + 5.66 = 16.15 \text{мм};$$

$$S_{M1} = n \cdot S = 435 \cdot 0.1 = 43,5 \text{мм/мин};$$

$$T_{oa2} = \frac{16,15}{43,5} = 0,37 \text{мин.}$$

$$T_{oa} = 0,83 + 0,37 = 1,2 \text{мин.}$$

Расчет времени автоматической вспомогательной работы станка:

$$T_{ва} = T_{вха} + T_{ост}$$

где, $T_{вха}$ – время автоматических вспомогательных ходов, мин; $T_{ост}$ – время технологических пауз, мин.

$$T_{вха} = \frac{L_{xx}}{S_{ум}}$$

L_{xx} – длина пути проходимого на холостом ходу, мм; $S_{ум}$ – ускоренная минутная подача, мм/мин.

Длина пути, проходимого на холостом ходу находим из расчетно технологической карты.

$$L_{xx} = 10,5 + 21,25 + 5 * 2 + 1,5 + 1,42 * 3 + 1,8 + 23,5 + 1,64 + 40,6 + 31,5 * 3 + 26,722 + 27,3 = 263,57 \text{ мм}$$

$$T_{вха} = \frac{263,57}{2000} = 0,13 \text{ мин}$$

$$T_{ост} = 0 \text{ мин}$$

$$T_{ва} = 0,13 \text{ мин}$$

Расчет времени автоматической работы:

$$T_a = 1,2 + 0,13 = 1,33 \text{ мин}$$

Производим расчет времени вспомогательной ручной работы, представляющего собой совокупность времени на снятие и установку $T_{ву}$, времени на выполнение операций $T_{во}$ и времени на контрольные измерения $T_{ви}$:

$$T_v = T_{ву} + T_{во} + T_{ви},$$

$$T_{ву} = 0,3 \text{ мин [5, с.55, карта 4]}$$

$$T_{во} = 0$$

$$T_{ви} = 0,16 \text{ мин [5, с.84, карта 15]}$$

$$T_v = 0,08 + 0,1 + 0,1 + 0,08 = 0,36 \text{ мин}$$

Расчет оперативного времени:

$$T_{оп} = T_a + T_v = 1,33 + 0,36 = 1,69 \text{ мин}$$

Расчет штучного времени:

$$T_{обс} + T_{отл} = 0,08 \cdot T_{оп} = 0,08 \cdot 1,69 = 0,14 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,69 \cdot (1 + 0,08) = 1,83 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени:

$$H_{вр} = T_{пз} + T_{шт}$$

$$T_{пз} = T_{оп}$$

$$T_{пз} = 1,69 \text{ мин}$$

$$H_{\text{вр}} = 1,69 + 1,83 = 3,52 \text{ мин}$$

1.13 Составление программы в G-кодах

N1 G00 G90 X35 Z10
N5 T1
N10 X35 Z-0.491
N15 G95 X0 S115 F0.5 M3
N20 G00 X18,5 Z10
N25 G95 Z-22,001 S115 F0.5
N30 G00 X19,5 Z-21,001
N35 Z10
N40 X14,5
N45 G95 Z-22,001 S115 F0.5
N50 G00 X15,5 Z-21,001
N55 Z10
N60 X10,5
N65 G95 Z-22,001 S115 F0.5
N70 G00 X11,5 Z-21,001
N75 Z10
N80 X10,231
N85 G95 Z-22,001 S115 F0.5
N90 G00 X35 Z10
N95 G00 Z-22,637
N100 G95 X10,231 S115 F0.5
N105 G00 X35 Z10
N110 G00 X8,278
N115 G95 Z-0,491 S115 F0.5
N120 X10,231 Z-1,491
N125 G00 X35 Z10
N130 M30

Заключение

В результате написания раздела технологическая часть был разработан технологический процесс изготовления детали «подставка». При проектировании был сделан выбор заготовки и моделирование маршрута обработки в мелкосерийном производстве. Рассчитаны припуски на обработку и условия резания. На основании полученных режимов резания осуществляется подбор оборудования, режущего инструмента и приспособления, обеспечивающих их реализации. Измерительный инструмент был выбран в соответствии с требуемой точностью и типом производства, было установлено время, необходимое для изготовления одной детали, была составлена программа в G-кодах.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Бревнов Александр Евгеньевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %. (НК РФ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. График разработки и внедрения ИР
4. Бюджет ИП.
5. Основные показатели эффективности ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.20
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кацук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		13.04.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Бревнов Александр Евгеньевич		13.04.20

Введение

В процессе разработки нового оборудования решается ряд конструкторско-технологических, производственных и эксплуатационных задач. Главными требованиями при создании нового оборудования являются: высокая производительность, технологичность и надежность.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности проекта и востребованности его на рынке, именно эти параметры определяют перспективность разработки.

Объектом экономической части дипломной работы является механизм для автоматической смены инструмента фрезерного станка.

Цель работы: обоснование коммерческого потенциала разрабатываемого механического привода компьютерного стола-трансформера.

Задачи:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями являются:

1. Учебные заведения
2. Компании
3. Частные лица

Для того, чтобы выявить, кому наиболее целесообразно покупать данный товар, проведем сегментацию.

Сегментацию будем проводить по размеру бюджета. Карта сегментирования представлена на рисунке 3.1.

		Размер бюджета		
		Маленький	Средний	Крупный
Потребители	Учебные заведения			
	Компании			
	Частные лица			

Рис. 3.1 Карта сегментирования рынка столов-трансформеров:

Tabula Sense, Нурперс, Ikea

Из таблицы видно, что основной сегмент данного рынка, являются потребители с средним и крупным бюджетом. Решено, что производству нужно сконцентрироваться на потребителях среднего бюджета.

Анализ конкурентных технических решений

На данный момент в мире достаточно мало предприятий, которые занимаются производством столов-трансформеров. Еще меньше предприятий, которые ведут свою торговлю в России. Однако они все же есть, и уже успели занять некоторую нишу на рынке.

В таблице 3.1 представлена характеристика сильных и слабых сторон компаний конкурентов.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Эргономика	0.1	5	4	3	0.5	0.4	0.3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	5	4	3	0.5	0.4	0.3
3. Уровень вибрации	0.1	4	4	4	0.4	0.4	0.4
4. Надежность	0.1	3	4	4	0.3	0.4	0.4
5. Уровень шума	0.1	4	4	4	0.4	0.4	0.4
6. Безопасность	0.1	3	4	4	0.3	0.4	0.4
7. Универсальность	0.5	5	3	3	0.25	0.15	0.15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.1	4	4	5	0.4	0.4	0.5
2. Уровень проникновения на рынок	0.5	3	5	4	0.15	0.25	0.2
3. Цена	0.1	4	3	5	0.4	0.3	0.5
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.1	4	4	4	0.4	0.4	0.4
Итого	1	44	43	43	4	3.9	3.85

Преимуществом перед конкурентом является то, что разрабатываемая продукция является более универсальной, за счёт специальной конструкции. Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что разрабатываемый программный комплекс является наиболее эффективным и предпочтительным по сравнению с конкурентами.

SWOT-анализ

Для комплексной оценки научно-исследовательского проекта применяют SWOT-анализ, результатом которого является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 3. **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

Таблица 3.2 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: 1. Простота изготовления 2. Технологичность сборки 3. Уникальность продукта 4. Интуитивное управление	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: 1. Себестоимость 2. Сложность изготовления комплектующих деталей 3. Отсутствие должных навыков у сотрудников 4. Отсутствие рекламы
Возможности: 1. Расширение рынка сбыта 2. Удешевление компонентов 3. Небольшая конкуренция 4. Долгосрочное	Благодаря небольшой конкуренции будет обеспечен хороший спрос, а так же будет уменьшаться себестоимость.	При отсутствии должного маркетинга сложно обеспечить продажу данной единицы продукции.

сотрудничество с потребителями		
Угрозы: 1. Ненадежность поставщиков 2. Узкий рынок сбыта 3. Более лучший продукт у конкурентов 4. Не востребованность у потребителей	Задержка сроков изготовления, и продажи продукции	Возникающий периодически брак деталей для данной единицы

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Комплекс предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках научно-исследовательского проекта;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного научно-исследовательского проекта необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят руководитель и инженер(дипломник). Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Перечень основных этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка	1	Составление и	Руководитель

технического задания		утверждение технического задания на ВКР	
Выбор направления проекта	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Подготовительный этап	5	Обзор аналогов	Инженер
	6	Изучение литературы	Инженер
	7	Выбор материала	Инженер
	8	Выбор конструкции	Инженер
Проектирование стола-трансформера	9	Разработка параметров стола-трансформера	Инженер
	10	Проектирование стола-трансформера в CAD программе	Инженер
	11	Расчет конструкции	Инженер
	12	Создание чертежей	Инженер
Обобщение и оценка результатов	13	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	14	Проверка полученных результатов	Руководитель
Оформление отчета по проекту	15	Составление пояснительной записки	Инженер

Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

По всем выполняемым работам результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 3.4.

Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48,$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}.$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48.$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66 - 14} = 1,28.$$

















Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 3.4).

Таблица 3.4 – Временные показатели проектирования

№ работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	$t_{min},$ чел-дни		$t_{max},$ чел-дни		$t_{ож},$ чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
1	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2,1	-
2	2	3	4	6	2,8	4,2	1,4	2,1	2,1	2,7
3	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	0,9
4	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1,3	1,2
5	-	2	-	6	-	3,6	-	3,6	-	4,6
6	-	8	-	16	-	11,2	-	11,2	-	14,3
7	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	3,6
8	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	3,6
9	-	1	-	4	-	2,2	-	2,2	-	2,8
10	-	12	-	22	-	16	-	16	-	20,5
11	-	8	-	15	-	10,8	-	10,8	-	13,8
12	-	4	-	11	-	6,8	-	6,8	-	8,7
13	1	-	4	-	2,2	-	2,2	-	2,8	-
14	1	-	4	-	2,2	-	2,2	-	2,8	-
15	-	8	-	16	-	12,8	-	12,8	-	16,4

После произведенных расчетов, представленных в таблице 3 строится диаграмма Ганта, представленная в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работы	Исполнитель	Тк,дн												
			март			апрель			май			июнь		
1	Руководитель	2,1												
2	Инженер	2,1												
	Руководитель	2,7												
3	Инженер	1												
	Руководитель	0,9												
4	Инженер	1,3												
	Руководитель	1,2												
5	Инженер	4,6												
6	Инженер	14,3												
7	Инженер	3,6												
8	Инженер	3,6												
9	Инженер	2,8												
10	Инженер	20,5												
11	Инженер	13,8												
12	Инженер	8,7												
13	Руководитель	2,8												

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\text{т}}) \cdot \sum_{i=1}^m \text{Ц}_i \cdot N_{\text{расх}i} = (1 + 0,25) \cdot 5650 = 7062,5 \text{ руб.},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Ц_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

$k_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (в данной работе принимается равным 25 %).

Основными затратами в данной исследовательской работе являются затраты на приобретение канцелярских товаров. Результаты расчётов по затратам на материалы приведены в таблица 3.2.

Таблица 3.7 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Суммарная стоимость, руб.
Бумага для принтера формата А4 (500	250	1	250

листов)			
Картридж для лазерного принтера	3000	1	3000
Комплект канцелярских принадлежностей	600	4	2400
Всего за материалы, руб.			5650
Транспортно-заготовительные расходы, руб.			1412,5
Итого по статье, руб.			7062,5

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов. При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ноутбук HP. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 3.8 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Ноутбук	1	3	30	30
Итого		30 тыс. руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей НИП

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – должностной оклад работника за месяц;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 28 раб. дня – $M=11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

- при отпуске в 48 раб. дней – $M=10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя;

Оклады взяты в соответствии с занимаемыми должностями ТПУ. Расчет заработной платы руководителя (шестидневная рабочая неделя)

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 25000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 48750 \text{ руб.}$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от Z_{tc});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя)

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 20000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 39000 \text{ руб.}$$

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{48750 \cdot 10,4}{247} = 2052,6 \text{ руб.}$$

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{39000 \cdot 11,2}{214} = 2041,1 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя:

$$Z_{осн} = 2052,6 \cdot 12,4 = 25452,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера:

$$З_{\text{осн}} = 2041,1 \cdot 95 = 193904,5 \text{ руб.}$$

Таблица 3.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52/14	104/14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	48/5	24/10
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	214

Таблица 3.10 – Расчет основной заработной платы

Исполнители Н	$З_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	25000	0,3	0,2	1,3	48750	2052,6	12,4	25452,2
Инженер	20000	0,3	0,2	1,3	39000	2041,1	95	193904,5
Итого:								219356,7

Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 25452,2 = 3817,8 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 193904,5 = 29085,7 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (25452,2 + 3817,8) = 8781 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (193904,5 + 29085,7) = 66897,1 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя прочие затраты, такие как: печать и ксерокопирование документов, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и др.

Накладные расходы в целом рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}} = 337475,8 \cdot 0,16 = 53996,1 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 0,2).

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 3.11.

Таблица 3.11 – бюджет затрат научно-исследовательского проекта

Статьи							
Материальные затраты, руб	Амортизация, руб	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб	Отчисления социальные нужды, руб	Итого накладных расходов, руб	Накладные расходы, руб	Итого бюджетная стоимость, руб
7062,5	2475	219356,7	32903,5	75678,1	337475,8	53996,1	391471,9

3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научно-исследовательского проекта.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве вариантов исполнения были выбраны ближайшие аналоги:

1. Стол-трансформер от Tabula Sense
2. Стол-трансформер от Ikea

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{p1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{391471,9}{500000} = 0,78 ;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{p2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{500000}{500000} = 1 ;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{p3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{400000}{500000} = 0,8 .$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Далее необходимо произвести оценку ресурсоэффективности проекта, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – балльная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 3.7.

Таблица 3.12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Разработ	Аналог 1	Аналог 2
1. Эргономика	0.1	5	4	3
2. Удобство эксплуатации	0.1	5	4	3
3. Уровень вибрации	0.1	4	4	4
4. Надежность	0.1	3	4	4
5. Уровень шума	0.1	4	4	4
6. Безопасность	0.1	3	4	4
7. Универсальность	0.5	5	3	3
Итого:	1	4	3.9	3.85

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{р-исп.1}}}{I_{\text{финр}}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}$$

Таблица 3.13 – Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
-------	------------	------------	----------	----------

1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,78	1	0,8
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	3,9	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	5,13	3,9	4,81
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,76	0,94

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. В результате проведенного анализа конкурентных технических решений оказалось, что разрабатываемый проект является более конкурентоспособным, чем его аналог;

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 101 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 95 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 12,4;

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 391471,9 рублей;

4. По факту оценки эффективности научно-исследовательского проекта, можно сделать следующие выводы:

- значение интегрального финансового показателя НИП составляет 0,78, что является показателем того, что научно-исследовательский проект является финансово выгодным по сравнению с аналогами;

- значение интегрального показателя ресурсоэффективности научно-исследовательского проекта составляет 4, которое больше чем у конкурентов, 3,9 и 3,85 соответственно;
- значение интегрального показателя эффективности НИП составляет 5,13, а у конкурентов 3,9 и 4,81, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в НИП, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Бревнов Александр Евгеньевич

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование механического привода компьютерного стола-трансформера	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования: механический привод компьютерного стола-трансформера</p> <p>Область применения: Учебные аудитории</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.1.003-2014</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78</p> <p>ГОСТ 12.2.033-78</p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Вредные факторы: Механические и акустические колебаниями при работе механизмов конструкции Нервно-психические перегрузки Опасные факторы: Передвигающиеся изделия Повышенное значение напряжения в электрической цепи</p>
3. Экологическая безопасность:	Негативное воздействие на окружающую среду отсутствует

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: Природного и техногенного характера Наиболее типичные ЧС: Возникновение пожара
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.20
---	-----------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		13.04.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Бревнов Александр Евгеньевич		13.04.20

Введение

В процессе работы был спроектирован механический привод компьютерного стола-трансформера. Применение данное устройства достаточно широко. Оно может использоваться людьми в учебных аудиториях, в местах самостоятельной учебной деятельности студентов, в компьютерных клубах, офисах, домашних условиях и т.д. Данный механизм достаточно актуален, потому что многие люди хотят иметь универсальный стол и для работы за компьютером и для другого вида деятельности.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил

ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.

ТК РФ глава 15. Рабочее время Общие положения.

Статья 91. Понятие рабочего времени. Нормальная продолжительность рабочего времени.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником.

ТК РФ Глава 14. Защита персональных данных работника.

Статья 86. Общие требования при обработке персональных данных работника и гарантии их защиты.

Статья 87. Хранение и использование персональных данных работников

Статья 88. Передача персональных данных работника.

Статья 89. Права работников в целях обеспечения защиты персональных данных, хранящихся у работодателя.

Статья 90. Ответственность за нарушение норм, регулирующих обработку и защиту персональных данных работника.

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

4.2 Производственная безопасность

Таблица 4.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1)Превышенный уровень шума	-	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности.» [1] ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная болезнь. Общие требования» [2]
2)Превышенный уровень вибрации	-	+	-	
3)Передвигающиеся изделия	-	-	+	
4)Нервно-психические перегрузки	+	-	-	

5)Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	-	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 «Общие требования безопасности.» [3] Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда»
--	---	---	---	--

Повышенный уровень шума на рабочем месте

В представленной разработке источниками шума являются шаговые двигатели. Общий уровень шума оборудования измеряется в пределах 40 дБ. По ГОСТ 12.1.003-2014 данный показатель соответствует допустимому.

Повышенный уровень вибрации

В представленной разработке источниками вибрации являются шаговые двигатели. Различают два типа вибрации:

1. Локальная – действует на определенные участки тела человека.
2. Общая – оказывает влияние на весь организм в целом.

Наиболее опасна вибрация, которая по своей частоте совпадает с собственной частотой организма.

При локальном воздействии вибрации, зачастую, верхние конечности наиболее подвержены её воздействию, что приводит к возникновению страшных профессиональных заболеваний таких, как: запястный туннельный синдром, патогенез и др.

При общем воздействии вибрации на организм человека в первую очередь страдают нервная система и анализаторы. Нарушения в их работе вызывают: головные боли, снижение работоспособности, частой утомляемости, и негативно влияет на все процессы в организме.

Согласно ГОСТ 12.1.012-90 амплитуда вибрации в помещении не должна превышать $0,0072 \cdot 10^{-3}$ м при частотах от 31,5Гц до 63 Гц. Данная конструкция работает в пределах допустимых значений, следовательно, оно не будет пагубно влиять на человека.

Передвигающиеся изделия

Подвижные части конструкции могут представлять опасность для жизни человека. Неправильное использование конструкции и нарушение техники безопасности может повлечь за собой серьезные травмы. Оборудование должно иметь защиту от случайного включения, обеспечивать безопасность рабочих. Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Для минимизации воздействия этих факторов нужно соблюдать технику безопасности.

Нервно-психические перегрузки

Нервно-психические перегрузки организма работающего, связанные с напряженностью трудового процесса разработки характеризуются такими показателями, как:

- длительность сосредоточенного наблюдения;
- активное наблюдение за ходом производственного процесса;
- число производственных объектов одновременного наблюдения;
- плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени.

Они могут оказывать неблагоприятное воздействие на функциональное состояние организма человека, его самочувствие, эмоциональную и интеллектуальную сферы и приводить к стойкому снижению работоспособности и (или) нарушению состояния здоровья работающих.

Согласно Р 2.2.2006-05 условия труда считаются допустимы, если выполняются условия:

- продолжительность рабочего дня 8-9 часов
- перерывы продолжительностью от 3 до 7% рабочего времени.

Для минимизации воздействия этих факторов нужно выполнять эти условия.

Опасность получения удара током

Так как конструкция работает от электродвигателя электробезопасность одна из приоритетных задач. При несоблюдении техники безопасности человеком при использовании данного устройства, а также рабочим при монтаже возможно получение удара электрическим током. Удар током может привести к летальному исходу.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.062-81. Во время штатного режима работы, вероятность получения удара электрическим током очень мала, однако исключать чрезвычайные ситуации никак нельзя.

Перед эксплуатацией все условия по сборке и подготовке оборудования к работе должны быть выполнены согласно конструкторской документации. Для минимизации воздействия этих факторов нужно выполнять проводить следующие организационные мероприятия:

- соблюдать требования безопасности при использовании данного устройства;
- произвести изолирование токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- производить технический осмотр оборудования;
- обучение мероприятиям по работе с электрическими приборами;
- соблюдение условий эксплуатации, а также сборки устройства согласно конструкторской документации.

4.3 Экологическая безопасность

Проектируемое устройство является безопасным так как, изготовлен из нетоксичных материалов: сталь, дерево. Дерево является экологическим материалом, для которого не надо специальной утилизации. Сталь подвергается переработки бесчисленное количество раз и используется заново.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС природного и техногенного характера. Источник таких ЧС могут носить как искусственный характер, так и естественный. Существуют целые институты, занимающиеся прогнозированием данных ЧС. План действий в случае ЧС зависит от сложившейся ситуации.

Наиболее вероятная ЧС, которая может произойти в результате эксплуатации устройства является возгорание, которое может возникнуть при неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи.

Мерами по предупреждению, может служить оснащение устройства:

- датчиками, реагирующими на возгорание.
- быстродействующими коммутационными аппаратами с функцией ограничения тока короткого замыкания.

Для избежания аварийных ситуаций следует:

- Соблюдать технику безопасности при установке, эксплуатации и ремонте оборудования;
- Поддерживать содержание оборудования в исправном состоянии;
- Размещать оборудования согласно требованиям, приведенным в паспорте изделия;

Вывод

В разделе по социальной ответственности были выявлены все опасные факторы, которые могут возникнуть при эксплуатации устройства, данную конструкцию можно назвать практически безопасной т. к. она бесшумна, практически не создает вибраций, также были даны рекомендации и выдержки из ГОСТов, которые описывают каким критериям должен соответствовать данное устройство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен аналитический обзор, в результате которого были рассмотрены плюсы и минусы существующих аналогов. Построена модель стола-конструктора в CAD программе Solidworks. Был сделан расчет и подбор приводов. Было сделано статическое испытание конструкция механизма регулирования высоты стол.

В результате написания раздела технологическая часть был разработан технологический процесс изготовления детали «подставка». При проектировании был сделан выбор заготовки и моделирование маршрута обработки в мелкосерийном производстве. Рассчитаны припуски на обработку и условия резания. На основании полученных режимов резания осуществляется подбор оборудования, режущего инструмента и приспособления, обеспечивающих их реализации. Измерительный инструмент был выбран в соответствии с требуемой точностью и типом производства, было установлено время, необходимое для изготовления одной детали, была составлена программа в G-кодах, а также спроектированы карта наладки, расчетно-технологическая карта, операционная карта и карта эскиза.

Проведена экономическая оценка и расчёт материальных затрат.

В раздела социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при проектировании, изготовлении и эксплуатации стола-трансформера, а также приведены меры по их устранению и предотвращению.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы:

- Был произведен обзор аналогов
- Была разработана конструкция стола-трансформера и построена модель в CAD программе SolidWorks
- Разработан технологический маршрут изготовления детали подставка

- Проведена экономическая оценка, расчёт материальных затрат
- В раздела социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при проектировании, изготовлении и эксплуатации стола-трансформера, а также приведены меры по их устранению и предотвращению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

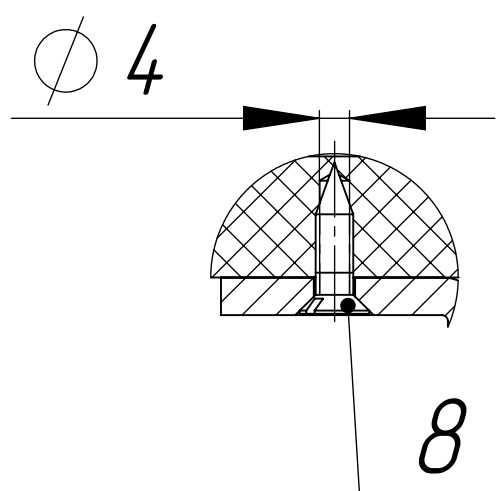
1. Силовые соотношения в винтовой паре [Электронный ресурс]. – <https://studfile.net/preview/4539848/page:23/>
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах. Т. 1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Меццякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
3. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Меццякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимы резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением: справочник / Центральное бюро нормативов комитета СССР по труду и социальным вопросам – М.:Экономика, 1990. – 207 с.
6. А.Б. Пушкаренко. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: учебное пособие / В.П. Должиков; Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 143 с.
7. Технология машиностроительного производства: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов очной формы обучения специальности 151002 «Металлообрабатывающие станки и комплексы» - Томск: Изд-во ТПУ, 2005г. 20с.
8. Издание 2-е, переработанное / Издательство «Машиностроение» Ленинград 1967
9. Статья “Современное состояние и проблемы развития отечественного машиностроения.” В.Н.Половинкин, Заслуж. деятель науки РФ, д.т.н., проф.

А.Б.Фомичев, к.т.н., доцент. [Электронный ресурс]. –

<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4639>

10. Статья “Устойчивое развитие машиностроительного комплекса в конкурентной среде” [Электронный ресурс]. – <http://edrj.ru/article/05-02-2018>

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Сборочный чертеж стола-трансформера.
Спецификация.



Технические требования:

1. Сопряженные детали в подвижных соединениях должны перемещаться плавно от усилия руки, без люфтов и заеданий.
2. Детали и сборочные единицы должны храниться в крытых складских помещениях при температуре от 5 до 30 °С и относительной влажности воздуха до 85 %.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий Н14, валов h14, остальных $\pm IT14/2$

					ИШНПТ-8Н41173.00.00.00 СБ			
Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стол-трансформер Сборочный чертёж		Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Бреднаб		05.06.20					15
Проб.	Сикара		05.06.20					
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Н. контр.						ТПУ ИШНПТ Группа 4А6В		
Утв.								

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Справ. №						Документация		
		A1			ИШНПТ-8Н4 1173.00.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
						Сборочные единицы		
			1	ИШНПТ-8Н4 1173.01.00.00	Столешница	1		
			2	ИШНПТ-8Н4 1173.02.00.00	Телескопическая стойка	2		
			3	ИШНПТ-8Н4 1173.03.00.00	Верхнии горизонтальные опоры	1		
						Детали		
	4	ИШНПТ-8Н4 1173.00.00.01	Нижняя горизонтальная опора	2				
					Стандартные детали			
Д		5			Винт М5х12 ГОСТ 11738-84	8		
		6			Гайка М5 ГОСТ 5927-70	8		
		7			Винт М8х25 ГОСТ 11738-84	8		
		8			Шуруп 1-5х20 ГОСТ 1145-80	8		
Подп. и дата								
Инв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								

ИШНПТ-8Н4 1173.00.00.00				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разрад.	Бревноб			05.06.20
Пров.	Сикора			05.06.20
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

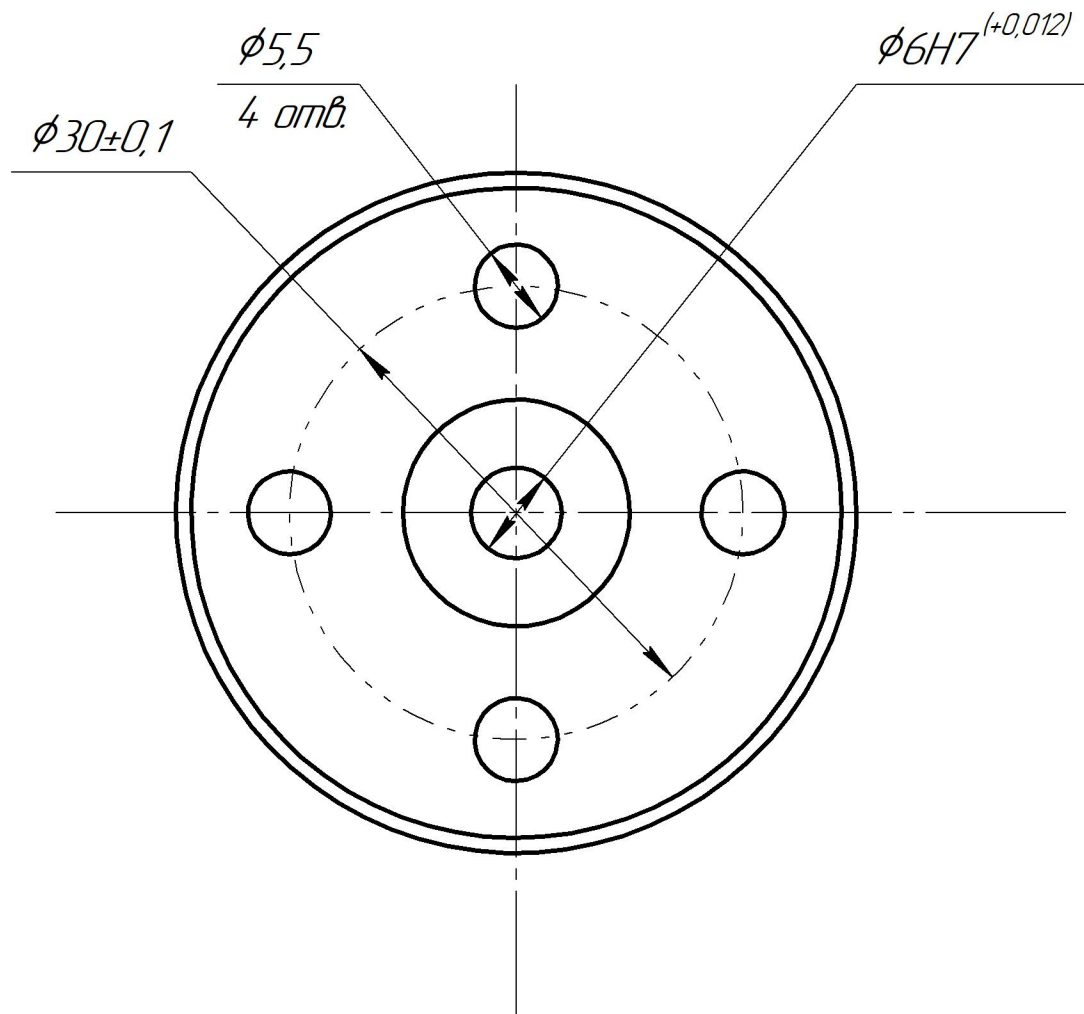
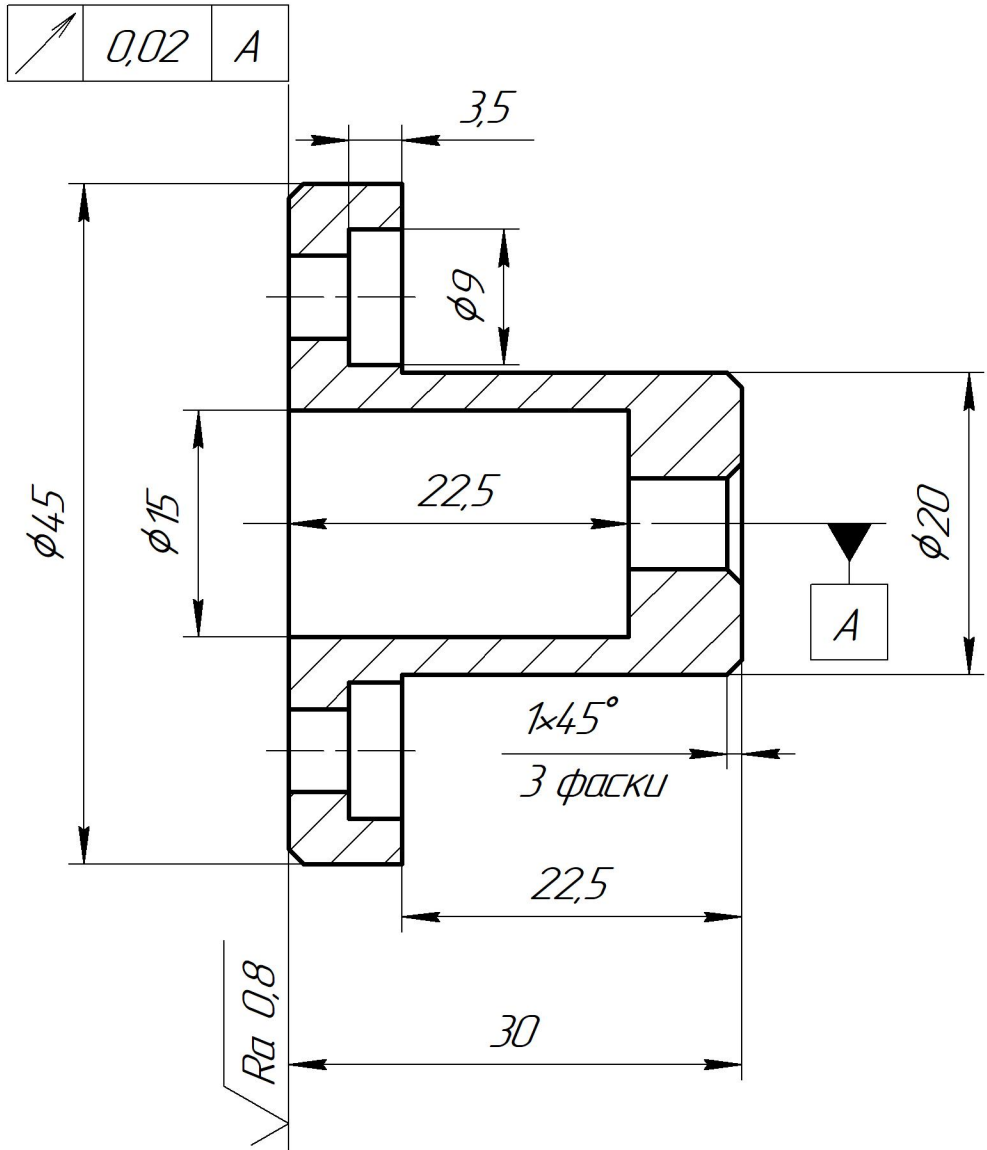
Стол-трансформер			Лит.	Масса	Масштаб
			Лист	Листов 1	
			ТПУ ИШНПТ Группа 4А6В		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Чертеж детали “Подставка”

Перв. примен.				
Справ. №				
Подп. и дата				
Изм. №				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Изм. №				

ИШНПТ-8Н4 1173.00.00.02

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$



1. Твердость 42...45 HRC
2. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий H10, валов h10, остальных $\pm IT10/2$
3. Покрытие: хим. окс.

ИШНПТ-8Н4 1173.00.00.02				
Подставка				
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				
ТТУ ИШНПТ Группа 4А6В				
Копировал				
Формат А3				